

Aktuelle Techniken zur Erkundung von Kampfmitteln in Hamburg

Imke Haack und Matthias Otto

Zusammenfassung

Das Referat Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV) der Feuerwehr Hamburg ist für die Einstufung von Verdachtsflächen hinsichtlich der Belastung durch Kampfmittel des Zweiten Weltkrieges zuständig. Die GEKV führt eine multitemporale Auswertung von historischen Luftbildern durch und berücksichtigt ergänzend historische Unterlagen. Für eine stetige Verbesserung des Workflows und im Bestreben, Informationen effizient zu nutzen, befinden sich aktuell zwei Projekte in der Realisierung: die Erstellung eines flächendeckenden Orthophotos von Hamburg sowie das lagebezogene Einpflegen von mehr als 3.000 terrestrischen Fotos in die Geodatenbank.

Summary

»Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht« (GEKV), a unit within Hamburg's fire department, is in charge of classifying areas of potential concern related to remaining explosive ordnances from World War II. Our work is based on multi temporal analyses of historical aerial photographs and various historical documents. Currently, two projects are being implemented in order to continuously improve workflow and use information efficiently: a comprehensive orthophoto of Hamburg is being compiled and more than 3,000 terrestrial photographs are being added to our geodatabase.

Schlüsselwörter: Luftbilddauswertung, Bombenblindgänger, Kampfmittelbeseitigung, Zweiter Weltkrieg, Hamburg

1 Einleitung

1.1 Sichtbare und unsichtbare Zeitzeugen

Hamburgs Mahnmal des Zweiten Weltkrieges ist der Turm der zerstörten Kirche St. Nikolai. Der 147 m hohe Turm wurde bei der »Operation Gomorrha« im Juli 1943 von den alliierten Kräften als Orientierungspunkt für die Luftangriffe auf die Hansestadt festgelegt. Der durch Spreng- und Brandbomben entstandene Flächenbrand, der Feuersturm, zerstörte weite Teile der Stadt. Während das Kirchenschiff stark beschädigt wurde, überstand der Turm die Angriffe.

Neben dem Mahnmal St. Nikolai sind viele weitere Zeitzeugen des Bombenkrieges in der Stadt präsent. Darunter einige Luftschutztürme und ca. 70 Hochbunker (Schmal und Selke 2001), von denen ein Teil als Lager-, Gewerbe- oder sogar Wohnimmobilie nachgenutzt bzw. umgebaut wurde, sind die beiden Hamburger Flaktürme wohl die Markantesten.

So wurde der auf der Elbinsel gelegene »Flakturm VI« zwischen 2011 und 2013 als Projekt der Internationalen Bauausstellung (IBA) zum »Energiebunker Wilhelmsburg« umgebaut. Solarthermie- und Photovoltaik Elemente bestimmen heute sein äußeres Erscheinungsbild. Nördlich der Elbe, direkt auf dem Heiligengeistfeld, steht sein größeres Pendant, der »Flakturm IV«. Der massiv wirkende Baukörper mit seinen bis zu 3,5 m dicken Betonwänden ist weithin sichtbar und bestimmt das Bild des Stadtteiles mit.

Nahezu unsichtbar hingegen sind die Gefahren, die von den Überresten des Zweiten Weltkrieges ausgehen. Mehr als 75 Jahre nach dem ersten Bombenangriff auf Hamburg im Mai 1940, liegen noch immer Kampfmittel im Boden. Von den rund 101.000 Sprengbomben und 1.600.000 (Stab-)Brandbomben, die über Hamburg abgeworfen wurden (Brunswig 2003), sind ca. 12 % nicht detoniert (Feuerwehr Hamburg 2000). Für die Entschärfung dieser Bombenblindgänger ist der Kampfmittelräumdienst der Stadt Hamburg zuständig. Allein im Jahr 2014 wurden mehr als 20 Bombenblindgänger und fast 300 Stabbrandbomben beseitigt (Freie und Hansestadt Hamburg 2015).

Die Gefahr, die von den verbliebenen Bomben ausgeht, wird sich auch in den kommenden Jahren und Jahrzehnten nicht verringern. Denn die explosive Sprengstoffmischung im Inneren der Bomben ist bis auf wenige Ausnahmen nahezu unbegrenzt lagerfähig. Darüber hinaus kann die Gefahr, abhängig von der Zusammensetzung, sogar steigen. Einsetzende chemische Veränderungen erhöhen die Stoßempfindlichkeit der Sprengladungen, sodass es durch von außen einwirkende Erschütterungen zu einer Detonation der Bombe kommen kann (Feuerwehr Hamburg 2000).

Doch nicht nur die direkten Kriegseinwirkungen durch Abwurfmunition der Alliierten stellen eine latente Gefahr dar. Auch von Waffen und Waffenteilen der Wehrmacht geht eine Gefährdung aus. Hauptsächlich in Kasernen und anderen militärisch genutzten Liegenschaften, Flakstellungen und auch in Anlagen des in den letzten Kriegsmontaten errichteten Verteidigungsringes (Pelc und Zwick 2005) muss mit vergrabenen Kampfmitteln gerechnet werden. Unmittelbar vor der kampflosen Übergabe Hamburgs verließen Wehrmachtsangehörige das Stadtgebiet. Ihre Stellungen und Verteidigungspositionen mit offenen Lauf- und Panzergräben, aber auch Gewässer und Krater waren zu diesem Zeitpunkt ideale Orte, um Munition, Rohrmaschinen und Sprengkörper zu versenken bzw. zu vergraben und sie dem Zugriff der einrückenden alliierten Verbände zu entziehen.

Die Menge an vergrabenen Kampfmitteln und die Anzahl der im Boden liegenden Bombenblindgänger kann nur geschätzt werden. Es ist von mehr als 2.000 nicht detonierten Sprengbomben auszugehen, die vor baulichen Eingriffen in den Untergrund zwingend beseitigt werden müssen.

1.2 Luftbilder als Hilfsmittel der Kampfmittelbeseitigung

Während des Krieges waren die Einwohner der Stadt aufgefordert, nicht detonierte Bomben oder vermutete Einschlagsstellen zu melden. Dadurch lagen bis Ende 1945 über 11.000 Blindgängermeldungen vor, von denen ein Teil bereits während des Krieges gesprengt oder entschärft wurde. In den ersten Nachkriegsjahren wurde die

Räumung von Bombenblindgängern durch die gezielte Aufgrabung bekannter und in Katasterblättern vermerkter Kriegsmeldungen fortgesetzt.

1960 erhielt die Stadt Hamburg erstmals die Möglichkeit, Kriegsflugbilder der Alliierten zu erwerben. Diese Aufnahmen dienten ursprünglich der Aufklärung und entstanden im Zuge der Luftangriffe: »Grundsätzlich wurde vor (Zielansprache), während (Trefferbeurteilung) und kurz nach (Schadensinventarisierung) einer Angriffsmission beflogen.« (Carls et al. 2000).

Schnell stellte sich heraus, dass die Luftbilder eine hilfreiche Ergänzung zu den oft lückenhaften Katasterblättern waren. So lassen sich auf den Aufnahmen Bombenblindgängereinschläge erkennen, die nicht immer auf den Katasterblättern vermerkt waren. Es konnten dadurch gezielte Untersuchungen der Einschlagsstellen durchgeführt und weitere Bombenblindgänger geräumt werden.

Die Erschließung zusätzlicher Bildarchive der Alliierten sowie die stetige Verbesserung der Auswertungsmethoden führten dazu, dass die Luftbilder in den folgenden Jahrzehnten vermehrt Bedeutung bei der Kampfmittelräumung gewannen. Mit der Digitalisierung der Luftbilder wurde in der Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung ein wesentlicher Fortschritt erzielt. Der Einsatz Geographischer Informationssysteme (GIS) und weiterer Software zur Bearbeitung von Fernerkundungsdaten führten zu einer erheblichen Verbesserung der Arbeitstechniken. Die hohe Relevanz der Gefahrenerkundung durch Kriegsflugbilder und weiterer Archivdaten führte 2009 zur Gründung des Referats Gefahrenerkundung/Kampfmittelverdacht (GEKV).

1.3 Gefahrenerkundung/Kampfmittelverdacht

Entsprechend der Hamburger Kampfmittelverordnung (KampfmittelVO) in ihrer aktuellen Fassung vom 01.10.2014 ist die GEKV für die Einstufung von Verdachtsflächen hinsichtlich der Belastung durch Kampfmittel des Zweiten Weltkrieges zuständig. Nach dem Wortlaut der KampfmittelVO sind Verdachtsflächen definiert als »(...) Flurstücke oder Teile von Flurstücken, bei denen nach spezifischen, flächenbezogenen Erkenntnissen der zuständigen Behörde ein konkreter Verdacht auf Kampfmittel besteht.« Die KampfmittelVO konkretisiert in § 6, dass vor dem Eingriff in den Baugrund die Kampfmittelfrage zwingend zu klären ist. Dies bedeutet, dass innerhalb der Freien und Hansestadt Hamburg diesbezüglich eine Antragspflicht besteht.

Durch multitemporale, stereoskopische Auswertung aller für eine beantragte Fläche zur Verfügung stehenden Luftbilder kann eine zuverlässige Aussage zur Belastung durch Kampfmittel getroffen werden. Die Luftbilder liegen der Auswertung entzerrt in einer Datenbank vor und werden vorwiegend über die Bildinterpretationstoolbar dem Bearbeiter zur Verfügung gestellt. Neben den Auf-

nahmen werden, sofern vorhanden, historische Unterlagen und Untersuchungsberichte, aber auch Hinweise von Zeitzeugen berücksichtigt.

Häufig kann mit der Gefahrenerkundung/Luftbilddauswertung der Verdacht auf Kampfmittel für Teilflächen oder die Gesamtfläche ausgeschlossen werden. Großflächige, oft kostenintensive Sondierungen des Bodens werden somit durch eine zielgerichtete Suche nach Kampfmitteln auf einen begrenzten Bereich ersetzt bzw. entfallen gänzlich. So konnten beim Bauprojekt des Logistikzentrums »Neuland 23« durch die Gefahrenerkundung/Luftbilddauswertung 25 der 34 ha freigegeben werden (Gipp 2015). Dies ist nur ein Beispiel von vielen, bei dem die GEKV zu einer erheblichen Kosten- und Zeiterparnis beitragen konnte.

2 Orthophoto

Zu den aktuellen Projekten der Abteilung Geodatenmanagement der GEKV zählt die Generierung eines flächendeckenden Orthophotos, das die Stadt Hamburg zum Ende des Zweiten Weltkrieges zeigt. Die Vorbereitung und Erstellung des Orthophotos erfolgt unter Mitwirkung der Firma GEOSYSTEMS GmbH. Erste Teilmosaik bestehen bereits und werden zeitnah auf die gesamte Stadt erweitert.

Seit den Sechzigerjahren wächst der Luftbilddatenbestand des zuständigen Referates sukzessive. Das Material stammt hauptsächlich von der Royal Air Force (RAF) sowie der United States Air Force (USAF). Die amerikanischen Luftbilder wurden vom Ing.-Büro H. G. Carls mit Sitz in Würzburg erworben. Zwischen 1985 und 1990 erhielt Deutschland die Befugnis, Luftbilder des Archivs der University of Keele auf Basis der zurückgebliebenen Positive zu reproduzieren (Schillinger 2005). 2006 kamen digitale Luftbilder der holländischen Luftwaffe hinzu (Sewzyk 2009). Zwischenzeitlich hat sich der Bestand auf ca. 30.000 Bilder erweitert, die von der GEKV genutzt werden.

2.1 Luftbildeigenschaften

Die Eigenschaften der historischen Luftbilder sind nicht mit zeitgemäßen Luftbildinformationen vergleichbar. Die Aufnahmen entstanden teils unter Beschuss von Flugabwehrkanonen und aus unterschiedlichen Flughöhen, sodass es sich um Schrägaufnahmen sowie Luftbilder mit unterschiedlichen Maßstäben handelt (Schillinger 2005, Sewzyk 2009). Mindere Bildqualitäten sind nicht nur Folge der Lagerung und Handhabung, sondern auch auf die zweite Bildgeneration zurückzuführen (Carls und Müller 2007). Die Briten vernichteten einige Archive, somit ist heute ein Großteil der Luftbilder amerikanischer Herkunft (Carls et al. 2000). Ferner kamen unterschiedliche analoge

Kameras zum Einsatz. Angaben zur Brennweite sind unvollständig. Zumeist gibt die Bildbeschriftung Aufschluss über den verwendeten Kamerateypen. Ist selbst dieser nicht bekannt, lässt sich anhand des Bildausschnitts die Kamera identifizieren. Dennoch ist die Herleitung der Brennweite erschwert, da die einzelnen Kameras mit verschiedenen Objektiven unterschiedlicher Brennweite ausgestattet wurden (Redecker 2008). Kalibrierungsprotokolle existieren nicht, sodass Informationen zu Bildkoordinaten und Verzeichnungsparameter fehlen.

2.2 Auswahl und Aufbereitung

Die Auswahl und Aufbereitung der Luftbilder erfordert eine Vielzahl manueller Arbeitsschritte. Es existiert kein flächendeckender Einzelflug vom 755 km² großen Stadtgebiet. Daher ist die Sichtung des Bestandes bzw. Auswahl geeigneter Flugstreifen notwendig. Erschwerend

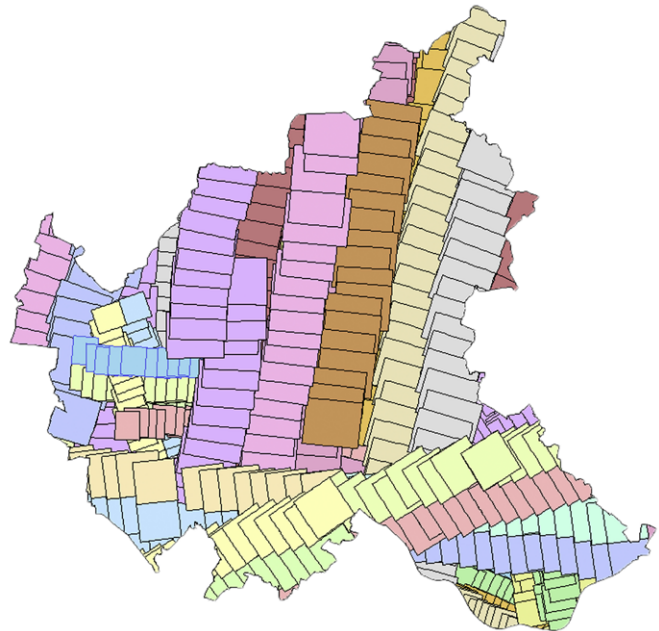


Abb. 1: Flugstreifen

kommt hinzu, dass Luftbilder nicht immer unter optimalen Witterungsbedingungen aufgenommen wurden, sodass mitunter Rauch, Schnee und Wolken abgelichtet sind. Darüber hinaus werden qualitativ hochwertige Flugstreifen mit einer hohen Abdeckung selektiert. Die Luftbilder sollen möglichst wenig Bildfehler wie Staub oder Fingerabdrücke enthalten. Ungeeignet sind zudem Luftbilder mit hohem Rauschanteil, starker Überbelichtung und übermäßiger Bildverkipfung. Das Resultat der Auswahl besteht aus 44 Flugstreifen von 11 Kalendertagen, vorwiegend aus dem Jahr 1945. Eine lückenlose Abdeckung über das gesamte Stadtgebiet ist mit Hilfe weiterer Luftbilder aus vorherigen Kriegsjahren 1940 bis 1944 möglich. Insgesamt ergibt sich eine Anzahl von ca. 700 Luftbildern für das Orthophoto. Wie in Abb. 1 ersichtlich, resultieren die Flugstreifen von Befliegungen

aus unterschiedlichen Richtungen. Dies stellt bei der Generierung des Mosaiks eine besondere Herausforderung dar. Aus den Flugstreifen paralleler Flüge werden zunächst Blöcke bzw. Teilmosaiken erstellt, die anschließend schrittweise, unter Berücksichtigung der Einzelbilder, zu einem gesamten Mosaik zusammengefügt werden.

Obwohl keine Kalibrierungsprotokolle der verwendeten Kameras existieren, kann die innere Orientierung der Luftbilder mit Hilfe der Software ERDAS IMAGINE rekonstruiert werden. Die kostenlose Anwendung MuniPack, die speziell für die Kampfmittelbeseitigung entwickelt wurde, ermöglicht die Erzeugung der fehlenden Rahmenmarken. Grundlage für ein Bildkoordinatensystem ist der im Luftbild ersichtliche Bildrahmen, der den Bezug zur verwendeten Kamera herstellt: »Die notwendige Voraussetzung, dass der auf dem Foto abgebildete Bildrahmen dem bildbegrenzenden Rahmen der Kamera entspricht, trifft sehr häufig zu.« (GEOSYSTEMS 2004). Acht manuell gemessene Punkte auf dem ersichtlichen Bildrahmen dienen der Berechnung eines künstlichen Rahmens. Anschließend werden symmetrische Rahmenmarken erzeugt und anhand des im MuniPack integrierten Fiducial Builders in das Luftbild »gebrannt«. Mit Angabe der Scan-Pixelgröße und Brennweite sind ausreichend Parameter für die Erstellung einer Kameradatei vorhanden. Informationen über Verzeichnungsparameter müssen vernachlässigt werden.

2.3 Bündelblockausgleich und Mosaik

Die Einzelbilder der Flugstreifen werden mittels einer Bündelblockausgleichung mit Hilfe der Software IMAGINE Photogrammetry (früher Leica Photogrammetry Suite) verknüpft und als Blockdatei dem Referenzsystem zugewiesen. Für diesen Vorgang sind Informationen über die Bildmitten bzw. das Rotationssystem erforderlich. Die Bildmittendatei enthält Angaben zu ID, Bildname, Koordinaten der Bildmitten, Flughöhe und Flugrichtung. Ist die Flughöhe unbekannt, lässt sie sich mit Hilfe des Maßstabs und der Kamerakonstanten berechnen. Die Flughöhe ist zunächst ein grober Wert, der mittels der Ausgleichung korrigiert wird. Die Messung der Rahmenmarken für die innere Orientierung erfolgt manuell in jedem Einzelbild. Verknüpfungspunkte werden hingegen automatisch berechnet. Die Überlappungsbereiche der Luftbilder sind häufig klein und unregelmäßig. Der optimale Überlappungsbereich von 60 % (Kraus et al. 1996) wird somit nicht immer erreicht. Darüber hinaus überlagern zumeist nur zwei Einzelbilder. Eine Optimierung der automatischen Sucheinstellung für Verknüpfungspunkte führt aufgrund mangelnder Bildqualität besonders in Randbereichen nicht zu einem zufriedenstellenden Ergebnis. Daher ist das manuelle Hinzufügen weiterer Verknüpfungspunkte für eine angemessene Stabilisation eines Blocks unabdingbar. Bei der Erstellung des Mosaiks ist dies der zeitaufwändigste Arbeitsschritt.

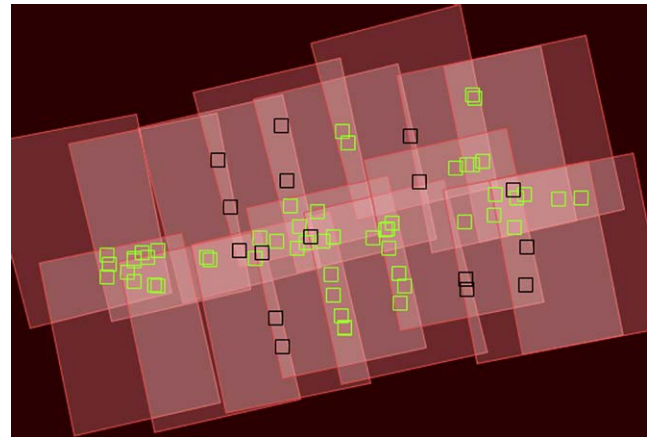


Abb. 2: Verknüpfungspunkte

In Abb. 2 sind diese manuell gemessenen Punkte schwarz dargestellt. Die automatisch erzeugten Verknüpfungspunkte (grün) befinden sich in Bereichen, in denen sich drei Luftbilder überlappen.

Da die Luftbildauswertung teilweise mit Einzelbildern arbeitet, existieren für jedes Bild bereits berechnete Bildmitten und Passpunktdateien, die für die absolute Orientierung verwendet werden. Das Mosaikieren der Blockdateien erfolgt mit Mosaic Pro. Schnittlinien werden automatisch anhand der *weighted*-Methode berechnet. Form- und Texturparameter sind Grundlage für die Schnittlinienberechnung. Anhand einer abschließenden radiometrischen Korrektur werden die Schnittlinien »unsichtbar«. Das *dodging* ermöglicht eine Anpassung bezüglich Helligkeit und Kontrast des gesamten Mosaiks.

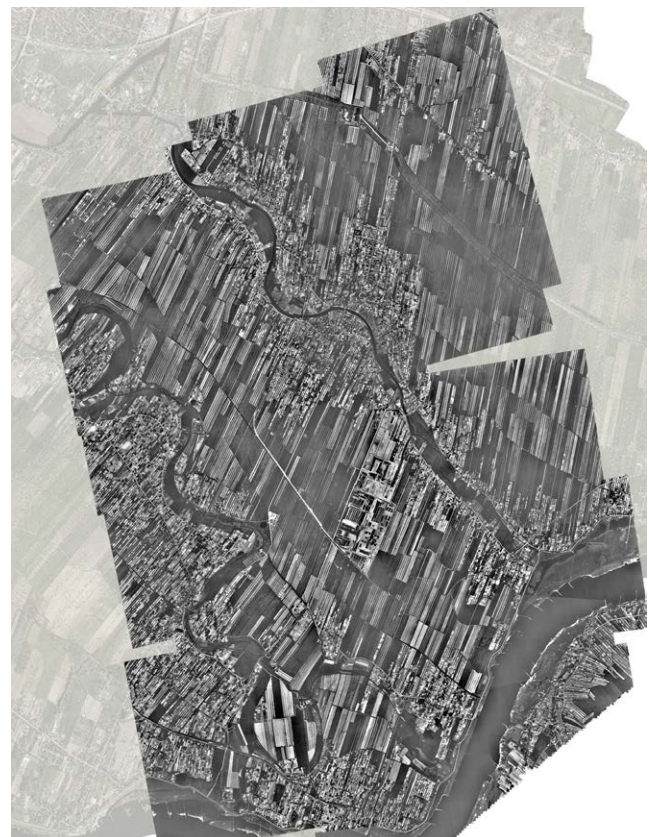


Abb. 3: Mosaik

Abb. 3 zeigt ein erstes, georeferenziertes Teilmosaik mehrerer Flugstreifen des Randbereichs von Hamburg. Radiometrische Korrekturen wurden hier noch nicht vorgenommen. In der Luftbildauswertung wird grundsätzlich mit Rohbildern gearbeitet. Diese Arbeitsweise stützt sich auf die Annahme, dass ein *resampling* bei der Rektifizierung zum Verlust wichtiger Bildinformationen führt. Während der Einzelbildauswertung nimmt der Luftbildauswerter individuelle Korrekturen bezüglich Helligkeit und Kontrast vor, um potenziell ausschlaggebende Strukturen deutlicher zu erkennen oder Verdachtsflächen besser abgrenzen zu können. Da das Orthophoto nicht Bestandteil der Auswertung bzw. keinesfalls interpretationsrelevant ist, sollen die Luftbilder für das Mosaik bestmöglich radiometrisch aufbereitet werden. Dabei werden voraussichtlich Methoden wie Kontrastverbesserungen, *dodging* und Filter angewendet.

2.4 Anwendungsmöglichkeiten

Der Nutzen eines flächendeckenden Orthophotos liegt insbesondere darin, einen schnellen Überblick über größere Stadtgebiete während der Kriegszeit zu gewinnen.

Das Orthophoto vereinfacht die Zuordnung neu erworbener Luftbilder aus dem Zweiten Weltkrieg, deren Lage im Stadtgebiet zunächst ungeklärt ist. Sind beispielsweise auf einem Luftbild lediglich Wald- und Wiesenabschnitte abgebildet, gestaltet sich die Verortung des Luftbildes mit Hilfe eines aktuellen Orthophotos aufgrund des Landnutzungswandels besonders schwer. Vegetationsflächen haben sich in Form und Größe verändert und ehemalige Freiflächen sind zunehmend bebaut.

Des Weiteren fungiert das Mosaik in der Luftbildauswertung als wertvolle Arbeitshilfe. Aufgrund der radiometrischen Aufbereitung und präzisen Auswahl geeigneter Aufnahmen erhält der Luftbildauswerter einen qualitativ hochwertigen Überblick sowohl von der auszuwertenden Fläche selbst als auch von der Umgebung. Ein primärer Eindruck von Zerstörungsgrad und -verteilung in der Umgebung ist für die Luftbildauswertung nicht unerheblich.

Bei der Einstufung von Straßen und Bahnstrecken reicht die Ausdehnung für eine vollständige Abdeckung oft nicht aus. Gegenwärtig muss der Auswerter mehrere Einzelbilder auswählen und dem Arbeitsprojekt hinzufügen um einen Gesamteindruck der Fläche zu erhalten. Mit Fertigstellung des Orthophotos entfällt dieser Arbeitsschritt.

Darüber hinaus wird bei der Georeferenzierung des Mosaiks eine Lagegenauigkeit von 5 bis 10 m angestrebt, sodass der Luftbildauswerter einen schnellen Bezug zwischen Strukturen von heute und damals herstellen kann. Beispielsweise lassen sich Gebäudeveränderungen, die häufig in Form von Erweiterungen und Anbauten vorgenommen wurden, schnell erkennen.

3 Terrestrische Aufnahmen

3.1 Herkunft

Neben den bereits erwähnten ca. 30.000 Luftbildern stehen der GEKV seit Kurzem mehr als 3.000 terrestrisch aufgenommene Fotos zur Verfügung. Ein großer Teil stammt aus dem Archiv des Vereins der »Hamburger Feuerwehr-Historiker e.V.« Die Bilder wurden von Beamten der Feuerschutzpolizei während der Kriegsjahre 1940 bis 1945 angefertigt und zeigen einzelne Häuser, Teile von Straßenzügen oder ganze Baublöcke. Die Aufnahmen dokumentieren Schäden und Maßnahmen der Schadensbeseitigung, bilden aber auch den Alltag der Bewohner im teilweise zerstörten Hamburg ab. In der Folge wurden weitere Fotosammlungen und Archive erschlossen, darunter auch eine detaillierte Dokumentation der ersten Luftangriffe auf die Stadt.

Allen Aufnahmen gemeinsam ist die Perspektive: Häufig vom Straßenniveau aus, aber auch von Dächern angrenzender Häuser fotografiert, entstanden Aufnahmen in unterschiedlichen Formaten, Blickwinkeln und Detailgraden.

3.2 Vorteile

Insbesondere die Aufnahmen der Jahre 1940 bis 1942 stellen eine wertvolle Ergänzung zur klassischen Luftbildauswertung dar. In diesem Zeitraum ist die Abdeckung des Stadtgebietes mit Luftbildern geringer als in den folgenden Kriegsjahren. Durch die Verfügbarkeit der terrestrischen Fotos können Verdachtsmomente hinsichtlich möglicher Kriegseinwirkungen verifiziert oder sogar konkretisiert werden. Darüber hinaus können die Fotos dazu beitragen, Strukturen auf Luftbildern eindeutig zu identifizieren und in Einzelfällen sogar Verdachtsmomente auszuräumen.

So wurden nicht ausschließlich Kriegseinwirkungen von der Feuerschutzpolizei dokumentiert, sondern auch besonders herausfordernde Einsätze oder verheerende Zerstörungen durch Feuer oder Explosionen. Beispielhaft sei ein Ereignis in einem Hamburger Gewerbegebiet im Jahr 1940 genannt. Auf vorhandenen Luftbildern der RAF lassen sich ausgebesserte Dachkonstruktionen, veränderte Gebäudestrukturen und eine noch nicht wieder instandgesetzte Halle erkennen. Als Ergebnis der Luftbildauswertung werden die erkennbaren Zerstörungen in diesem Bereich kartiert und für diese Teile des Flurstückes ein Verdacht auf Bombenblindgänger ausgesprochen. Schadensbilder wie diese sind für die frühen Kriegsjahre nicht ungewöhnlich: räumlich klar abgrenzbare Veränderungen an Gebäuden, vermutlich ein Angriff einzelner Bomber mit geringer Bombenlast.

Die Dokumentation durch die Feuerschutzpolizei Hamburg gibt in diesem Fall allerdings eine anderslautende Erklärung: In der Anlage kam es im Juli zu einer Explo-

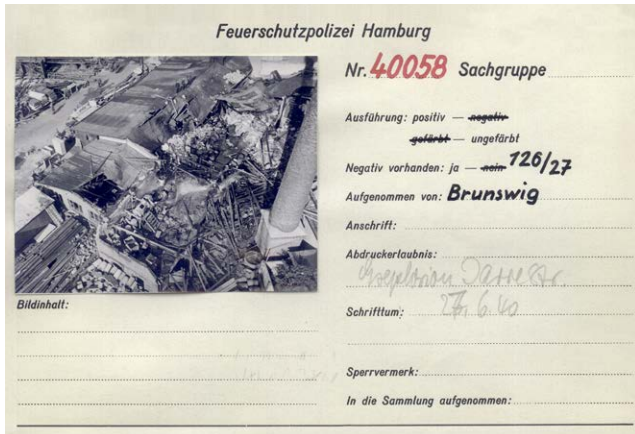


Abb. 4: Schadensdokumentation der Feuerschutzpolizei Hamburg

sion, bei der ein Gebäudekomplex vollständig zerstört, ein weiterer stark beschädigt wurde (s. Abb. 4). Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse können im Rahmen der Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung die Schäden und Veränderungen erklärt und Kriegseinwirkungen ausgeschlossen werden.

3.3 Projektrealisierung

Um die vorhandenen Aufnahmen im Rahmen der Antragsbearbeitung effizient nutzen zu können, ist eine Archivierung unter Schlagworten wie Straßennamen, Stadtteil, Industrie oder Bahnanlage nicht ausreichend – zu sehr variiert die Größe des abgebildeten Ausschnittes.

Ziel muss es daher sein, die fotografierten Bereiche annähernd lagegenau für die Nutzung in einem GIS zur Verfügung zu stellen. Nur dadurch kann gewährleistet werden, dass alle relevanten terrestrischen Aufnahmen bei der Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung berücksichtigt werden.

Um die mehr als 3.000 Einzelaufnahmen zu lokalisieren, die abgebildeten Bereiche zu erfassen und mit Metadaten zu attributieren, bedurfte es einer Lösung, die den Anteil der manuellen Arbeitszeit minimiert und gleichzeitig ein hohes Maß an Effizienz bietet. Das Berliner Unternehmen ARC-GREENLAB programmierte entsprechend dieser Anforderungen eine Softwarelösung, die

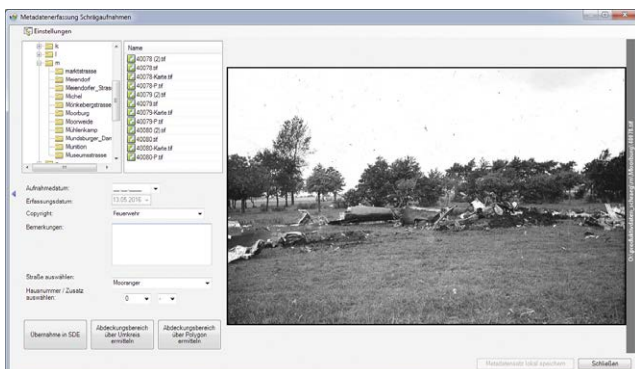


Abb. 5: Benutzeroberfläche

als Schnittstelle zwischen Anwender, Fotoarchiv und der Datenbank der verwendeten GIS-Software fungiert.

Dem Anwender werden in einem Vorschaufenster Fotos angezeigt, die bisher noch nicht in den Datenbestand eingepflegt wurden (siehe Abb. 5). Im ersten Bearbeitungsschritt wird in der parallel laufenden GIS-Anwendung ArcMap (ESRI) auf Grundlage unterschiedlicher Quellen wie z. B. Grundkarten oder historischer Luftbilder der erkennbare Bildausschnitt lokalisiert. Der jeweilige Blickwinkel des Fotos wird dann als Polygon, oft als Dreieck oder Trapez, innerhalb der Anwendung digitalisiert. Bei Detailaufnahmen von Fassaden oder Innenräumen wird hierauf weitgehend verzichtet. Ein schneller zu digitalisierender Kreis repräsentiert die räumliche Lage des Fotos hinreichend genau.

In einem zweiten Schritt werden die Metadaten des einzuarbeitenden Fotos aufgenommen. Es wird neben dem Datum der Einarbeitung, Lageangabe und Herkunft, auch das Aufnahmedatum erfasst. In Hinblick auf die verfügbaren Luftbilder kann diese Information wichtige Hinweise darüber geben, wann – und über die Verortung des Fotos auch wo – Kriegseinwirkungen stattgefunden haben.

Sind alle Informationen für das jeweilige Foto erfasst, kann die Bearbeitung gespeichert werden. Die Anwendung ergänzt jetzt die Geodatenbank um die zuvor erfassten Polygone und fügt die entsprechend angegebenen Metadaten als Attribute hinzu. Der zum Foto führende Netzwerkpfad wird ebenfalls in den Attributen festgehalten.

Die Softwarelösung von ARC-GREENLAB erlaubt das Einpflegen eines großen Bildbestandes auch für Anwender ohne vertiefende Kenntnis im Umgang mit GIS-Software. Durch den standardisierten Arbeitsablauf und die Teilautomatisierung wichtiger Arbeitsschritte werden mögliche Fehlerquellen bei der Einarbeitung der Fotos weitgehend vermieden.

3.4 Anwendung

Der Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung steht nun ein Informationslayer zur Verfügung, der die Blickwinkel-Polygone der bereits lokalisierten terrestrischen Aufnahmen

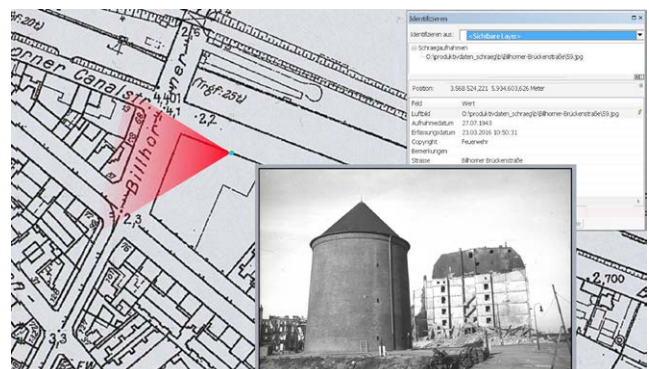


Abb. 6: Beispielhafte Darstellung der Benutzeroberfläche in ArcMap

men für das gesamte Stadtgebiet Hamburgs darstellt (siehe Abb. 6). Mit einem Mausklick in das jeweilige Polygon können die hinterlegten Metadaten eingesehen werden. Über den Netzwerkpfad, der beim Einpflegen der Daten automatisch erkannt und als Attribut des entsprechenden Polygons erfasst wurde, kann das Foto per Hyperlink direkt geöffnet werden.

4 Ausblick

Gelegentlich tauchen unbekannte, terrestrische Aufnahmen aus Archiven oder Privathaushalten auf. Daher wird das Tool zum Einpflegen terrestrischer Aufnahmen auch weiterhin eine hilfreiche Anwendung sein, damit die Bilddaten schnell der Gefahrenerkundung/Luftbilddauswertung ortsbezogen zur Verfügung stehen.

Neben der Fertigstellung des Orthophotos beschäftigt sich die GEKV gegenwärtig mit weiteren Projekten, die zu Verbesserungen des Arbeitsprozesses beitragen. Seit 2014 ist die Softwarelösung KAI (Kampfmittelflächenkataster- und Antragsverwaltungs-Informationssystem) im Einsatz. Diese webbasierte Datenbankapplikation ist eine zentrale Verwaltungs- und Bearbeitungsplattform für Mitarbeiter der GEKV und dient dem Datenaustausch mit weiteren Dienststellen wie dem Kampfmittelräumdienst. Nach den ersten Anwenderjahren wird derzeit an einer verbesserten Version KAI 2.0 gearbeitet, die in naher Zukunft produktiv geht.

Des Weiteren zählen die Digitalisierung und die Verortung historischer Aufzeichnungen zu den gegenwärtigen und zukünftigen Projekten der GEKV. Mittelfristiges Ziel ist die Digitalisierung des gesamten Archivbestandes, um eine weitere Effizienzsteigerung bei der Gefahrenerkundung/Luftbilddauswertung erreichen zu können.

Literatur

- Brunswig, H.: Feuersturm über Hamburg. Spezialausgabe 1. Auflage, Motorbuch-Verlag, Stuttgart, 2003.
- Carls, H.-G., Glaser, R., Heck, H.-G.: Luftbilder 1938–1958 zur Bundesrepublik Deutschland, Archive, Charakteristika, Nutzungspotentiale und digitale Auswertemöglichkeiten. Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation. Heft 1: S. 33–48, 2000.
- Carls, H.-G., Müller, W.: Die Aktualität der Vergangenheit – der Kriegsluftbildbestand »JARIC« in der modernen Kampfmittelbeseitigung. Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation. Heft 2: S. 121–129, 2007.
- Feuerwehr Hamburg (Hrsg.): 50 Jahre im Dienst der Sicherheit. Hamburg, 2000.
- Freie und Hansestadt Hamburg – Behörde für Inneres und Sport (Hrsg.): Feuerwehr Hamburg Jahresbericht 2014, Hamburg 2015.
- GEOSYSTEMS: Digitale Luftbilddauswertung in der Kampfmittelbeseitigung, 2004. www.geosystems.de/infomaterial/whitepapers.html, letzter Zugriff 04/2016.
- Gipp, J.: Viel Schrott bei der Blindgängersuche, in: Hamburger Abendblatt 15.12.2015, www.abendblatt.de/hamburg/hamburg/article206806793/Viel-Schrott-bei-Blindgaengersuche.html, letzter Zugriff 04/2016.
- Kraus, K., Jansa, J., Kager, H.: Photogrammetrie. Band 2. Verfeinerte Methoden und Anwendungen. 3. Auflage, Dümmler, Bonn, 1996.
- Pelc, O., Zwick, C.: Kriegsende in Hamburg. Eine Stadt erinnert sich. Ellert & Richter, Hamburg, 2005.
- Redecker, A.P.: Verfahren der digitalen Photogrammetrie bei der Auswertung historischer Luftbilder zur Erfassung von Altlastenverdachtsflächen. Dissertation. Universität Bochum, 2008.
- Schillinger, K.: Untersuchung zum Einsatz der digitalen Photogrammetrie bei der Suche und Dokumentation von Bombenblindgängern aus Kriegsluftbildern der Alliierten. Diplomarbeit an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg, 2005.
- Schmal, H., Selke, T.: Bunker – Luftschutzbau in Hamburg. Christians, Hamburg, 2001.
- Sewzyk, A.: Entwicklung und Test eines Entscheidungsunterstützungssystems im Rahmen der Auswertung von Luftbildszenen beim Kampfmittelräumdienst. Diplomarbeit an der HafenCity Universität Hamburg, Hamburg, 2009.

Anschrift der Autoren

Imke Haack, M.Sc. Geogr. | Matthias Otto, Dipl.-Geogr.
Kriegsluftbilddauswerterin | Kriegsluftbilddauswerter
Billstraße 87, 20539 Hamburg
Tel. 040 42851-4621
imke.haack@feuerwehr.hamburg.de
matthias.otto@feuerwehr.hamburg.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter www.geodaesie.info.