


**Digitale Kriegsluftbilder NRW.** Hinweise zur Nutzung bei der Altlastenerfassung. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz **MALBO 22**



**Digitale Kriegsluftbilder NRW.** Hinweise zur Nutzung bei der Altlastenerfassung.  
Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz **MALBO 22**  
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2006

## IMPRESSUM

Herausgeber:	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) Wallneyer Straße 6 • D-45133 Essen Telefon (02 01) 79 95-0 Telefax (02 01) 79 95-14 46 Email: <a href="mailto:poststelle@lua.nrw.de">poststelle@lua.nrw.de</a>
Bearbeitung:	Prof. (em.) Dr. Jürgen Dodt, Ruhr-Universität Bochum
Projektleitung und Gesamtreaktion:	Dr. Barbara Mies, Landesumweltamt NRW
Fachliche Begleitung:	Dr. Hans-Joachim Bauer, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW Bernhard Goldschmidt, Landesumweltamt NRW Udo Kremer, Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW
Titelbild	Kriegsluftbilder, Trassenverlauf eines Bildfluges (Gestaltung LUA NRW, Erläuterung S. 8)
ISSN	1432-3575 (Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz)

---

Informations-  
dienste: Aktuelle Umweltdaten aus NRW sowie Informationen  
zu Umweltthemen (Wasser, Boden, Luft, Abfall, Altlasten,  
Anlagen/Umwelttechnik, Lärm/Erschütterungen, Radioaktivität,  
Licht/Elektrosmog, Gentechnik, Stoffdaten) unter

- [www.landesumweltamt.nrw.de](http://www.landesumweltamt.nrw.de)

Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im

- Telefonansagedienst (02 01) 1 97 00
- WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179

Bereitschafts-  
dienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW  
(24-Std.-Dienst): Telefon (02 01) 71 44 88

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben  
und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung  
des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist  
grundsätzlich untersagt.

## Vorwort

Luftbilder sind eine besonders informative und aufschlussreiche Quelle zur Ermittlung kontaminationsverdächtiger Geländebereiche. Ihre Auswertung gehört daher zu den grundlegenden Verfahren bei der Erfassung von Altablagerungen und Altstandorten. Dies gilt in besonderem Maße, wenn es darum geht, die Nutzungsgeschichte einer Fläche bis in die Zeit des Zweiten Weltkriegs zurückzuverfolgen und dabei auch Kontaminationen zu erfassen, die durch Kriegseinwirkungen verursacht wurden. Das dazu notwendige Luftbildmaterial stammt aus strategischen Aufklärungsflügen der alliierten Luftwaffe von 1939 bis 1945 und steht den zuständigen Erfassungsbehörden in Nordrhein-Westfalen seit Ende der 1980er Jahre zur Verfügung.

Kriegsluftbilder zur Altlastenerfassung mussten bisher zentral in Düsseldorf bei der Technischen Zentrale der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (TZ LÖBF) gesichtet und zur Reproduktion bestellt werden. Nach der Auflösung der TZ im Herbst 2005 wurde die Bereitstellung des Bildbestandes modifiziert. Die Recherche geeigneter Luftbilder kann nun „dezentral“ bei und von den Erfassungsbehörden vor Ort selbst durchgeführt werden. Außerdem sind die zuvor ausschließlich in Form von (analogen) Papierabzügen erhältlichen Luftbilder nun als digitale Datensätze zugänglich.

Für die Erfassungsbehörden bedeutet dies Veränderungen in der bisherigen Vorgehensweise. Mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW sowie im Auftrag des Landesumweltamtes wurde daher von Herrn Prof. (em.) Dr. Jürgen Dodt, Ruhr-Universität Bochum, der vorliegende Leitfaden erarbeitet, um die Änderungen vorzustellen und die Behörden bei der zukünftigen Bildauswahl und -auswertung vor Ort angemessen zu unterstützen.

Der Leitfaden beschreibt zunächst den über 250.000 Einzelluftbilder umfassenden Gesamtbestand und zeigt auf, wie die Behörden zukünftig Luftbilder projektbezogen über ein neues rechnergestütztes Findsystem ermitteln, auswählen und bestellen können. In einem zweiten Teil werden Besonderheiten der alliierten Kriegsluftbilder dargestellt, die für die sachgerechte Bildauswertung von Bedeutung sind. In fünf Anhängen werden die Ausführungen des Textes fachlich vertieft. Hinweise für die Vergabe von Auswertungsaufträgen runden die Arbeitshilfe ab.

Ich danke dem Auftragnehmer für die geleistete Arbeit.

Essen, Mai 2006



Dr.-Ing. Harald Irmer  
Präsident des  
Landesumweltamtes  
Nordrhein-Westfalen



# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	3

## Hauptteil

1	Zielsetzung und Aufbau des Leitfadens .....	9
2	Zur Bedeutung der Kriegsluftbilder.....	11
3	Der Bestand „Alliierte Kriegsluftbilder von Nordrhein-Westfalen“ - Erschließung und Zugriff .....	13
3.1	Bestandsübersicht.....	13
3.2	Verfügbarkeit.....	16
3.3	Bestandserschließung, Bildauswahl und –beschaffung .....	17
4	Merkmale und Besonderheiten der alliierten Kriegsluftbilder .....	25
4.1	Bildaufnahme .....	25
4.2	Überlieferung und Archivierung.....	26
4.3	Geometrische Eigenschaften .....	27
4.4	Photographische Eigenschaften.....	29
5	Auswertung von Kriegsluftbildern.....	32
5.1	Objektidentifizierung.....	32
5.2	Zur Kartierung verdachtsflächenrelevanter Bildinhalte.....	33
6	Zusammenfassung und Hinweise für die Auswertungspraxis .....	37

## Anhänge

Anhang I .....	39	
I.1	Fachveröffentlichungen des Landes zur Verdachtsflächen- Erfassung .....	39
Anhang II .....	41	
II.1	Zur zeitlichen Verteilung der Kriegsluftbilder .....	41
II.2	Zur räumlichen Verteilung der Kriegsluftbilder .....	42
II.3	Zur Bestandsaufgliederung nach Aufnahmemaßstäben .....	44
II.4	Zur Lokalisierungshilfe „TK25-Blätter der Kriegsjahre“ .....	45
Anhang III .....	46	
III.1	Literatur und Quellen über alliierte Kriegsluftbilder.....	46
III.2	Luftbildaufnahme und Bildaufbereitung.....	46
III.2.1	Kameras.....	46
III.2.2	Kamerakonfigurationen .....	47
III.2.3	Flughöhen .....	50

III.2.4	Bildaufbereitung .....	51
III.3	Überlieferung und Archivierung der Kriegsluftbilder .....	55
III.4	Geometrische Merkmale der Kriegsluftbilder .....	57
III.4.1	Vorbemerkung.....	57
III.4.2	Einzelluftbilder.....	57
III.4.3	Luftbildreihen.....	62
Anhang IV .....		65
IV.1	Zur Identifizierbarkeit verdachtsflächenrelevanter Bildinhalte .....	65
IV.2	Zur Erkennbarkeit von Tarnmaßnahmen in Kriegsluftbildern .....	68
Anhang V .....		72
V.1	Empfehlungen für die Praxis der Auswertung von Kriegsluftbildern..	72

## Tabellen

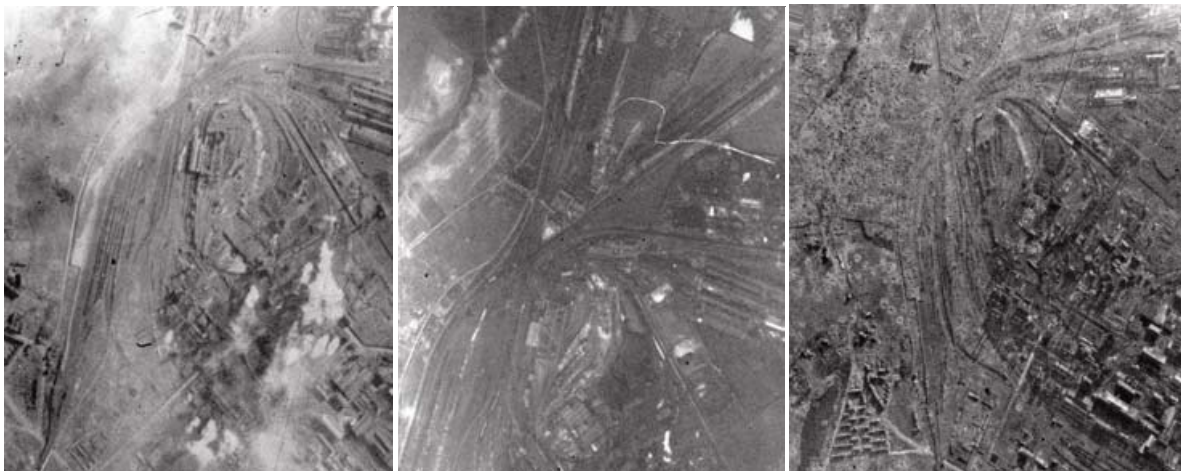
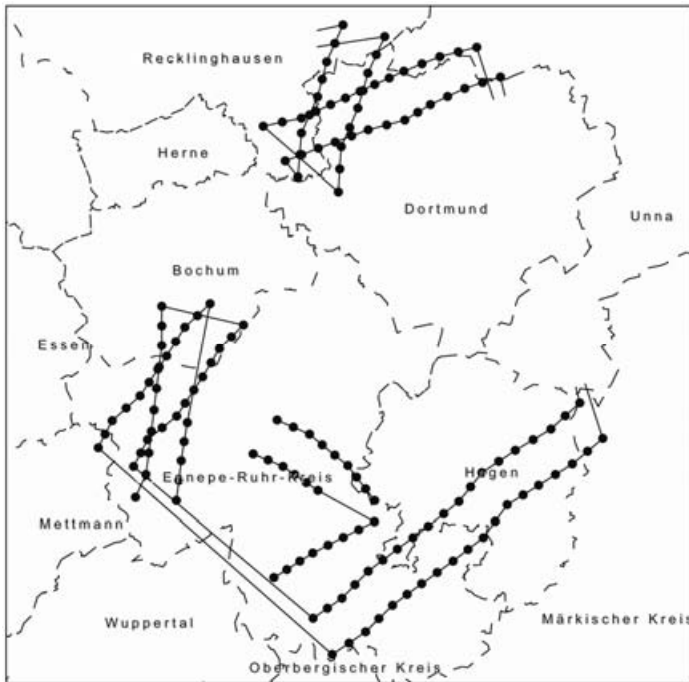
Tab. 1:	Grunddaten des Luftbildbestandes „Alliierte Kriegsluftbilder NRW“ ..	13
Tab. 2:	Inhaltskategorien der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank.....	18
Tab. 3:	Überlieferungsschritte der Kriegsluftbilder NRW .....	26
Tab. 4:	Leitfäden des Landes Nordrhein-Westfalen zur Erfassung von Altlast-Verdachtsflächen.....	39
Tab. 5:	Räumliche Verteilung der Kriegsluftbilder nach kreisfreien Städten und Kreisen.....	42
Tab. 6:	Kriegsluftbilder NRW nach Aufnahmemaßstäben .....	44
Tab. 7:	TK25-Ausgaben mit Berichtigungsstand vor 1935 und nach 1952 in der Suchhilfe „TK25 der Kriegsjahre“ .....	45
Tab. 8:	Kameratypen der alliierten Luftaufklärung.....	47
Tab. 9:	Kamerakonfigurationen der alliierten Luftaufklärung .....	48
Tab. 10:	Kriegsluftbilder NRW nach Aufnahmehöhen .....	51
Tab. 11:	Kennzeichnung der Kriegsluftbilder durch Bildrand-Annotationen ...	53
Tab. 12:	Tarnmaßnahmen und deren Erkennbarkeit in Luftbildern .....	69

## Abbildungen

Abb. 1:	Beispiel eines Kriegsluftbilds aus dem Bildbestand NRW.....	14
Abb. 2:	Die räumliche Verteilung der Kriegsluftbilder NRW nach kreisfreien Städten und Kreisen .....	15
Abb. 3:	Wiedergabe von Einzelbildern in der Mikrofiche-Datenbank.....	20
Abb. 4:	Photographische Qualität – Mikrofiche und Original-Bild/-Bilddaten .	21
Abb. 5:	BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank – Suchmaske .....	23
Abb. 6:	BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank – Auswahlmaske .....	24
Abb. 7:	Beispiele der Beeinträchtigung von Bildqualität und –auswertbarkeit.....	30
Abb. 8:	Beispiele für Rahmenmarken in Kriegsluftbildern.....	36
Abb. 9:	Übersicht über die zeitliche Verteilung der alliierten Kriegsluftbilder von NRW nach Monaten .....	41
Abb. 10:	Luftbild-Mosaik aus einem <i>split vertical</i> -Aufnahmestreifen.....	49

Abb. 11: Aufnahmekonfiguration divergenter Senkrechttbilder ( <i>split verticals</i> ) .....	50
Abb. 12: Beispiele unterschiedlicher Bildrand-Annotationen .....	52
Abb. 13: Luftbildmaßstab in Senkrechtluftbildern .....	58
Abb. 14: Schematischer Vergleich der Flächenwiedergabe im Senkrecht- und im Steilbild.....	58
Abb. 15: Prinzip des höhenbedingten radialen Punktversatzes in Senkrechttbildern .....	59
Abb. 16: Übersicht über die flugzeugbedingten Verzerrungen .....	61
Abb. 17: Auswirkungen wechselnder Flughöhen innerhalb eines Bildstreifens .....	63
Abb. 18: Möglichkeiten der Objektidentifizierung.....	66
Abb. 19: Tarnung durch großflächiges Überdecken von Anlagen .....	70
Abb. 20: Objektarnung durch Gerüstkonstruktion in Haldenform .....	71





### **Zum Umschlagbild:**

Das Titelbild der Umschlagseite zeigt im Hintergrund einen Ausschnitt aus der Karte des Trassenverlaufs von Bildflug D/576 am 16. April 1943, der gemäß BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank in einer (mittleren) Flughöhe von rund 9.000 m durchgeführt wurde. Die Punkte markieren - näherungsweise - die Lage der Bildmittelpunkte in Gauß-Krüger-Koordinaten, die Linien den Verlauf der Flugtrasse (die in den Landkreisen Kleve und Wesel begann).

Die drei (nicht eingeordneten, sondern zur Erzielung eines plastisch-dreidimensionalen Geländeeindrucks - soweit möglich - mit dem Schattenwurf zum Betrachter hin ausgerichtet) Bilder zeigen einen Geländeausschnitt aus dem Stadtgebiet von Dortmund, nordöstlich der Innenstadt, mit dem Gelände der heutigen Thyssen-Krupp Stahl AG. Die multitemporale Bildserie aus den Jahren 1943, 1944 und 1945 (von links nach rechts) verdeutlicht das wachsende Ausmaß der Kriegseinwirkungen (s. vor allem 1945) ebenso wie die unterschiedliche photographische Qualität und damit die variierende Auswertbarkeit der Luftbilder aus den Aufklärungsflügen.

Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives (TARA)*, Keele, Staffs (UK)

## Hauptteil

### 1 Zielsetzung und Aufbau des Leitfadens

Luftbilder sind eine besonders informative und aufschlussreiche Quelle zur Ermittlung kontaminationsverdächtiger Geländebereiche. Daher gehört ihre Auswertung zu den grundlegenden Verfahren sowohl bei der einzelfallbezogenen als auch bei der flächendeckenden Erfassung von Altablagerungen und Altstandorten. Hierbei ist den im Zweiten Weltkrieg in strategischen Aufklärungs- und Kartierflügen der Alliierten entstandenen Luftbildern (nachfolgend kurz: Kriegsluftbilder) besondere Bedeutung beizumessen. Allerdings sind in der Praxis ihrer Nutzung – verglichen mit „normalen“ Luftbildern aus Bildflügen der Nachkriegsjahre – einige Besonderheiten zu beachten. Diese betreffen nicht nur die Auswertbarkeit des Bildmaterials, sondern auch seine archivische Erschließung und die praktischen Zugriffsmöglichkeiten.

In Nordrhein-Westfalen waren die überwiegend aus strategischen Aufklärungsflügen der britischen und US-amerikanischen Luftwaffe stammenden Kriegsluftbilder bislang in der Technischen Zentrale (TZ) der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF) als analoge Duplikat-Negative archiviert und dort auch in Form analoger Kopien verschiedener Art für Zwecke der Altlastenbearbeitung zu beziehen. Hier hat es mit der Auflösung der Technischen Zentrale im September 2005 einige, teilweise tief greifende **Veränderungen** gegeben – mit folgenden Kernpunkten:

- Die Kriegsbilder werden für die Verdachtsflächen-Erfassung<sup>1)</sup> nicht mehr analog, sondern ausschließlich als digitale Datensätze bereitgestellt.
- Geeignetes Bildmaterial wird nicht mehr zentral und analog über Mikrofiches ermittelt, sondern dezentral, d.h. vom Nutzer selbst, und digital per CD-ROM.
- Um das notwendigen Bildmaterial zu bestellen, sind neue Regularien und Verfahrenswege festgelegt worden.

Aus diesen Veränderungen leitet sich die **Aufgabenstellung** des vorliegenden Kurzleitfadens ab. Er will die neue Sachlage und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Nutzung der Kriegsluftbilder in der Praxis der Verdachtsflächen-Erfassung aufzeigen und erläutern – mit folgender **Gliederung**:

Einleitend soll die besondere Bedeutung der Kriegsluftbilder in Erhebungen altlastverdächtiger Flächen skizziert werden (Kap. 2).

Das erste Hauptkapitel stellt die Sammlung der zur Zeit in Nordrhein-Westfalen verfügbaren alliierten Kriegsluftbilder mit ihren grundlegenden „Kenndaten“ vor; es

---

<sup>1)</sup> Unter dem Begriff „Verdachtsflächen“ werden im Folgenden altlastverdächtige Flächen und Verdachtsflächen i.S. des § 2 Abs. 3 und 4 BBodSchG zusammengefasst, wenn die Verdachtsflächen ähnliche oder die gleichen Merkmale aufweisen wie altlastverdächtige Flächen.

beschreibt ferner, wie die im Einzelfall für die Erfassung geeigneten Luftbilder über die auf DVD bereitgestellten Suchhilfen ermittelt und beschafft werden können (Kap. 3).

In einem weiteren Hauptkapitel wird aufgezeigt, mit welchen spezifischen technisch-sachinhaltlichen Eigenarten normalerweise bei der Auswertung von Kriegsluftbildern gerechnet werden muss. Um die hierzu erforderlichen auswertungsrelevanten Hintergrundinformationen zu vermitteln, soll dargestellt werden, wie die Bilder phototechnisch aufbereitet und archiviert bzw. überliefert und unter welchen technischen und sonstigen Bedingungen sie aufgenommen worden sind (Kap. 4).

Schließlich werden die grundlegenden, beim aktuellen Stand der Technik operationellen Verfahrensansätze und Standards der (stereoskopischen) Auswertung digitaler Bilddatensätze zur Verdachtsflächen-Kartierung umrissen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die (weitere) Praxis der Luftbildauswertung zur Verdachtsflächen-Erfassung skizziert (Kap. 5).

In seinem **formalen Aufbau** umfasst der Kurzleitfaden einen Hauptteil und insgesamt fünf Anhänge. Im **Hauptteil** werden komprimiert jene Sachverhalte dargestellt, deren Kenntnis für die Erfassungspraxis grundlegend ist. Die **Anhänge** erläutern und vertiefen die Ausführungen des Hauptteils: Sie legen Hintergründe zum Verständnis der Bildqualität und -auswertung dar und zeigen Probleme und Lösungsansätze der Auswertungspraxis auf.

## 2 Zur Bedeutung der Kriegsluftbilder

Seit Jahren ist unbestritten, dass Luftbilder neben topographischen Karten größerer Maßstäbe, ferner Akten und bedingt auch Zeitzeugen zu den grundlegenden und daher unverzichtbaren Quellen bei der Erfassung von Verdachtsflächen gehören. Dies gilt für einzelfallbezogene ebenso wie für flächendeckende Erhebungen (weiterführende Literatur: s. Anhang I).

Generell leitet sich der Stellenwert der Luftbilder in der Erfassungspraxis aus folgenden Sachverhalten und Überlegungen ab:

- Luftbilder, hier insbesondere stereoskopisch auswertbare Senkrechtreihenbilder, fungieren als **originäre Informationsquellen**: Sie liefern altlastrelevante Informationen, die aus den anderen Quellen gar nicht oder nicht mit der gleichen Zuverlässigkeit und im gleichen Detailgrad zu gewinnen sind. Dies betrifft in besonderem Maße Altablagerungen, also evtl. kontaminationsverdächtige Geländevertiefungen und -aufschüttungen, über die sich in den anderen Erfassungsquellen vielfach keine oder nur pauschal-lückenhafte Angaben finden lassen. Ebenso gilt dies für Kriegseinwirkungen und – mit einigen Einschränkungen – auch für Altanlagen.
- Luftbilder haben eine **komplementäre Funktion**: Sie ermöglichen eine verlässlich-objektive Kontrolle und eine qualitative wie quantitative Präzisierung vieler aus den anderen Informationsquellen abgeleiteter Erkenntnisse. Das betrifft nicht nur die räumliche (auch dreidimensionale) Lokalisierung und Abgrenzung kontaminationsverdächtiger Bereiche, sondern auch die Ermittlung altlastrelevanter Sacherkenntnisse, darunter insbesondere zeitspezifische Objektzustände und Gegebenheiten wie die Kriegsfolgeschäden.

Dass mit diesen grundlegenden Informationspotenzialen Luftbilder bei der Erfassung von Verdachtsflächen aus den Jahren des Zweiten Weltkrieges einen ganz besonderen Stellenwert gewinnen, wird deutlich, wenn man die für diesen Zeitraum vielfach typische Quellenlage analysiert und bewertet: Die Fortführungen der Topographischen Kartenblätter 1:25 000 können geheimhaltungsbedingt wesentliche altlastsignifikante Darstellungslücken bzw. -verfälschungen aufweisen. Aktenbestände sind infolge von Kriegseinwirkungen, Vernichtungsaktionen oder auch Beschlagnahmungen durch die Besatzung oft nur unvollständig überliefert, bzw. sie dokumentieren kontaminationsrelevante Sachverhalte vor allem in der Endphase des Krieges nur noch bruchstückartig oder gar nicht mehr. Zudem ist sechs Jahrzehnte nach Kriegsende bei den (wenigen) Zeitzeugen wohl nur noch ausnahmsweise mit räumlich wie sachlich hinreichend zuverlässigen und detaillierten Erinnerungen zu rechnen.

Demgegenüber liegen aus den Kriegsjahren für nahezu alle Flächen und Anlagen Luftbilder vor, und zwar in der Regel nicht nur aus einem einzigen Bildflug, sondern jeweils aus einer Reihe von Befliegungen, die sich häufig über die gesamte Zeitspanne des Krieges verteilen und besonders gegen Kriegsende zunehmend kürzere Abstände aufweisen. Das dabei entstandene Bildmaterial ist eine Dokumen-

tation, die den aufgenommenen Geländeausschnitt im Augenblickszustand des jeweiligen Aufnahmezeitpunktes unverfälscht-realtätsgetreu und absolut objektiv wiedergibt. Daher gestattet die multitemporale Auswertung von Luftbildern für die Zeit des Zweiten Weltkrieges wie kaum eine andere Quelle die räumlich-geometrisch exakte und sachlich umfassende **Bestandsaufnahme** und **Kartierung**

- sämtlicher Gebäude und Anlagen sowie der (oft ungeplanten oder sonst nicht belegten) baulichen Veränderungen während der Kriegsjahre,
- der Folgeschäden von Bombenangriffen bzw. Bodenkämpfen an den Gebäuden und Anlagen,
- der Bombentrichter und ihrer Größendimensionen als Anhaltspunkt zur Ermittlung potenzieller indirekter Schadenswirkungen etwa an unterirdischen Rohrleitungssystemen und Ähnlichem,
- aller Verfüllungen und Aufschüttungen, darunter besonders auch die durch Enttrümmerung entstandenen innerbetrieblichen Ablagerungsbereiche.

Damit tragen die Luftbilder entscheidend dazu bei, evidente Lücken in der Erfassung altlastverdächtiger Flächen der Kriegsjahre zu schließen, und sie sind das grundlegende Hilfsmittel, um Erkenntnisse aus anderen Quellen zu überprüfen und abzusichern bzw. Widersprüche zu klären. Kurz:

**Um Altanlagen und Altablagerungen, die als potenzielle Kontaminationsquellen während des Zweiten Weltkriegs bereits existierten bzw. in dieser Zeit – unter Umständen infolge von Kriegseinwirkungen – entstanden sind, zuverlässig zu erfassen, darf (und kann) auf eine Auswertung des zeitgleichen Luftbildmaterials nicht verzichtet werden.**

### 3 Der Bestand „Alliierte Kriegsluftbilder von Nordrhein-Westfalen“ – Erschließung und Zugriff

#### 3.1 Bestandsübersicht

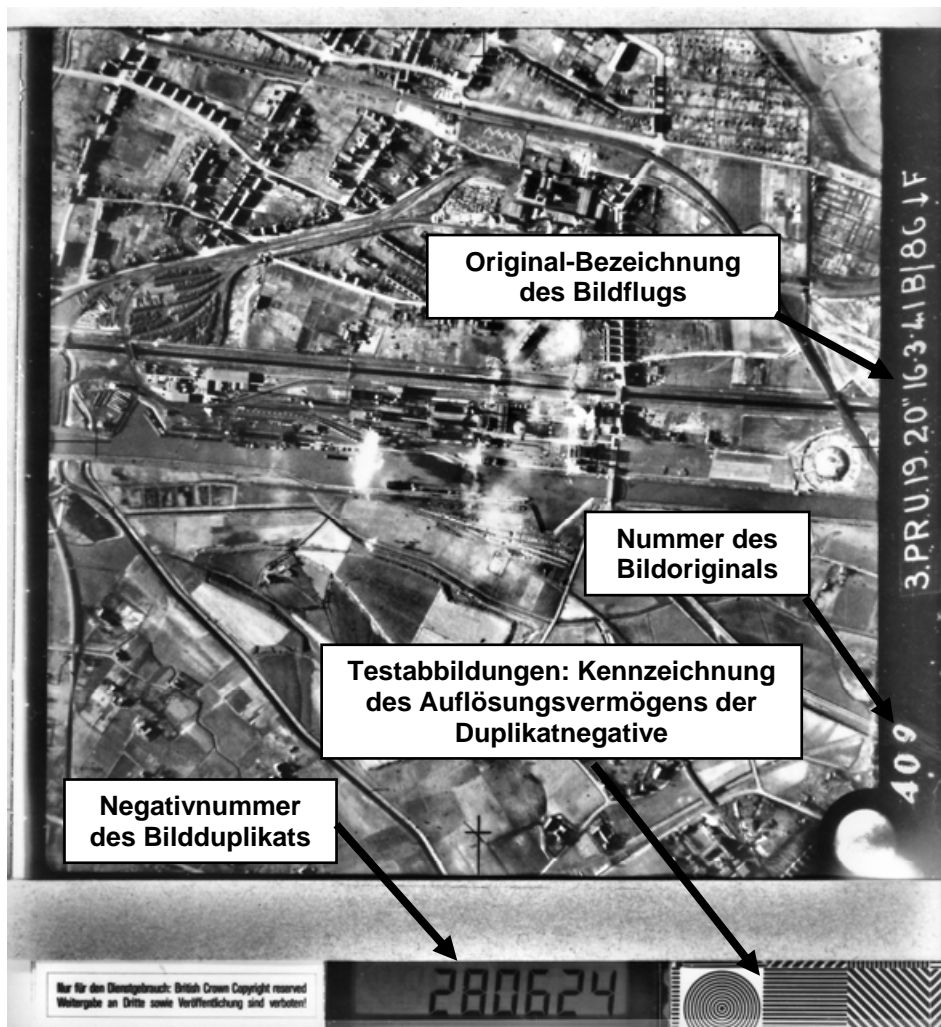
Die BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank, in der die in Nordrhein-Westfalen zur Verdachtsflächen-Erfassung verfügbaren Kriegsluftbilder zusammengestellt sind (vgl. dazu Kap. 3.3), weist einen **Gesamtbestand** von rund 271.000 Bildern aus knapp 1.800 Aufklärungsflügen der britischen und der US-amerikanischen Luftwaffe im Zweiten Weltkrieg aus (s. *Tab. 1* und *Abb. 1*). Die ältesten Bilder wurden Anfang August 1939, d.h. bereits kurz vor Kriegsbeginn, aufgenommen; die jüngsten entstanden Anfang November 1945, also rund ein halbes Jahr nach Kriegsende.

**Tab. 1:** Grunddaten des Luftbildbestandes „Alliierte Kriegsluftbilder NRW“

Zusammensetzung des Bildbestandes	Anzahl
Bildflüge	1.784
Luftbilder gesamt	271.197
davon: Senkrecht(mess)bilder	9.339
<i>split verticals</i> backbord	121.908
<i>split verticals</i> steuerbord	120.565
nach Kennung nicht einzuordnen	19.385

Betrachtet man die **Häufigkeitsverteilung** der Luftbilder über die Kriegsjahre (vgl. hierzu Anhang II.1), dann fällt auf, dass – in der Sache nicht weiter überraschend – aus den ersten Jahren des Krieges nur relativ wenige Luftbilder vorliegen. Die Aufnahmen von 1939 bis 1942 machen gerade einmal rund 6 % des Gesamtbestands aus. Im Verlauf des Jahres 1943 ist dann eine allmähliche Zunahme zu verzeichnen, die sich 1944 verstärkt und ab September 1944 sowie im ersten Jahresdrittel 1945 ihr Maximum erreicht. So datieren rund 37 % der Luftbilder aus den letzten vier Monaten 1944 und rund 41 % aus den ersten drei 1945; d.h., gut drei Viertel des gesamten nordrhein-westfälischen Bildbestands stammen aus dem letzten halben Jahr des Zweiten Weltkriegs. Mit anderen Worten: Bei den Recherchen nach Kriegsluftbildern für eine multitemporale Verdachtsflächen-Erfassung muss generell damit gerechnet werden, dass aus der Anfangsphase des Krieges keine oder nur wenige Luftbilder vorliegen; die Endphase des Krieges wird dagegen in der Regel gut, d.h. in einem Großteil aller Fälle mit mehreren Bild-Zeitschnitten dokumentiert sein.

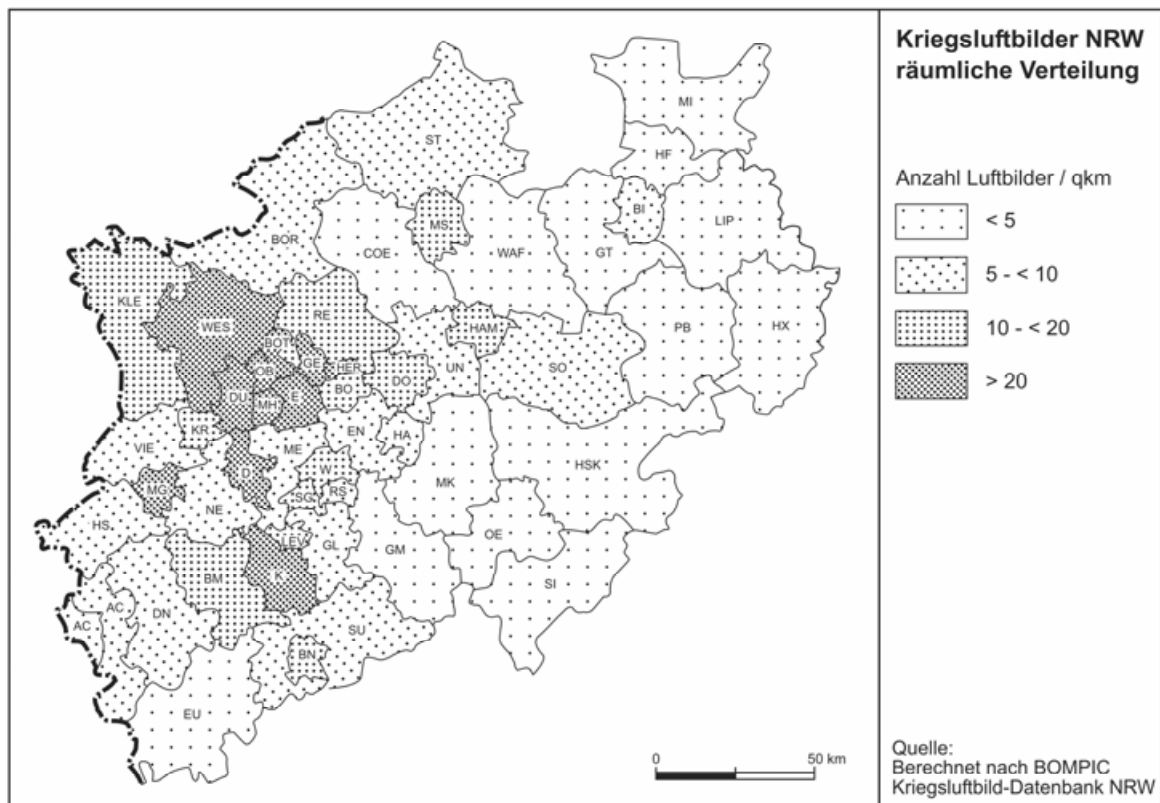
Analysiert man den Bildbestand nach der **räumlichen Verteilung** der Luftbilder (vgl. Anhang II.2), dann ist festzustellen, dass ein Teil der in der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank ausgewiesenen Aufnahmen aus Bildflügen stammt, deren Anfang oder Ende außerhalb der Landesgrenzen von NRW lag, so dass knapp 5 % der Luftbilder angrenzende Gebiete in den Nachbarländern abdecken.



**Abb. 1:** Beispiel eines Kriegsluftbilds aus dem Bildbestand NRW

Positivabzug von einem Duplikatnegativ mit den Bildkennzeichnungen des Original- und des Duplikatbildes. Das Originalbild hat das Format 13 cm x 13 cm. Das Bild zeigt einen Ausschnitt aus dem Stadtgebiet von Gelsenkirchen, auf dem sich heute der Nordsternpark befindet. Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)

Innerhalb des Landes verzeichnen die Kreise des nordwestlichen Münsterlandes und der Niederrheinischen Bucht – von den Kreisen Steinfurt, Wesel und Kleve über den Kreis Viersen bis zu den Kreisen Aachen, Düren und Euskirchen – mehr als ein Drittel des Gesamtbestandes (37 %). Auf das Ruhrgebiet sowie die Rheinschiene von Bonn bis Düsseldorf entfallen weitere 29 % des gesamten Bildbestandes. Das restliche Drittel verteilt sich auf die übrigen Landesteile. Zieht man die unterschiedlichen Flächengrößen der kreisfreien Städte und Kreise in Betracht, dann ist festzuhalten, dass die Städte des Ruhrgebietes, an der Spitze Duisburg und Oberhausen gefolgt von Gelsenkirchen und Essen, mit über 30 bzw. 40 Luftbildern/qm die höchsten „Abdeckungsquoten“ aufweisen (s. *Abb. 2*).



**Abb. 2:** Die räumliche Verteilung der Kriegsluftbilder NRW nach kreisfreien Städten und Kreisen.

Um eine Vergleichbarkeit der „Befliegungsintensität“ zu gewährleisten, wurde die „Kennziffer“ Anzahl der Luftbilder pro Quadratkilometer berechnet und nach der Häufigkeitsverteilung in vier Klassen aufgeteilt.

Ebenso verzeichnen außerhalb des Ruhrgebiets Köln und Düsseldorf oder Mönchengladbach mit jeweils über 20 Bildern/qkm hohe Werte. Ähnliches gilt für einige der westlichen Landkreise, so namentlich Wesel, Kleve, Düren oder der Erftkreis. Demgegenüber sind die Kreise und Städte im östlichen Westfalen oder im Sauerland – meistens deutlich – seltener aufgenommen worden; hier liegen die „Abdeckungsquoten“ teilweise unter 2 Bildern/qkm (so in den Kreisen Höxter, Lippe oder Olpe).

Nach **Luftbildtypen** dominieren, soweit aufgrund der Luftbildkennzeichnung, speziell der Bildnummerierung sicher feststellbar (s. Anhang III.2), mit fast 90 % des Gesamtbestandes divergente Senkrechtbilder (*split verticals*, s. Tab. 1, zur technischen Erläuterung s. Anhang III.2.2). Dabei sind etwas mehr Backbord- als Steuerbord-Aufnahmen überliefert worden; d.h., nicht alle *split vertical*-Bildstreifen sind komplett oder weitestgehend komplett überliefert bzw. zugänglich. Als „klassische“ Senkrechtreihen(mess)bilder sind knapp über 3 % des Bildbestandes ausgewiesen; es kann aber davon ausgegangen werden, dass es sich bei einem Teil der anhand ihrer Kennzeichnung/Nummerierung nicht ohne weiteres einzuordnenden Luftbilder (rd. 7 %) ebenfalls um Senkrechtaufnahmen handelt; ebenso ist aber hier auch noch mit einigen weiteren *split verticals* zu rechnen.



**Für die Praxis der Bildauswertung bedeutet dies, dass bei einem Großteil der Verdachtsflächenkartierungen mit Bildmaterial gearbeitet werden muss, das infolge der speziellen Kamerakonfiguration durch spezifische, unter Umständen nicht ganz unproblematische geometrische Eigenschaften charakterisiert ist (s. vor allem Anhang III.4).**

Schlüsselt man den Bildbestand nach den **Bildmaßstäben** auf, dann muss vorweg beachtet werden, dass Maßstabsangaben bei Senkrechtluftbildern und speziell bei Kriegsluftbildern grundsätzlich nur als gemittelte Näherungswerte anzusehen sind (s. ausführlicher Anhang III.4). Bei der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank kommt, wie die Auswertungspraxis immer wieder gezeigt hat, hinzu, dass die dort genannten Maßstabszahlen – aus bislang nicht schlüssig eruierbaren Gründen – zum Teil offenkundig falsch sind. Differenziert man das überlieferte Bildmaterial dennoch – zumindest grob – nach Maßstabsklassen (s. Anhang II.3), dann mögen zwar die Klassensummen unzutreffend sein, gravierende Verschiebungen in den Größenordnungen der Maßstabsklassen sind allerdings nicht anzunehmen. So kann festgehalten werden, dass insgesamt etwas mehr als die Hälfte des Bildmaterials als großmaßstäbig (bis 1:10.000) anzusehen ist; ein gutes Drittel als mittelmaßstäbig (bis 1:20.000) und nur ein Anteil von rund 35 % als kleinmaßstäbig (<1:20.000). Mit anderen Worten:

**Bei aller Unsicherheit, mit der die Maßstabsangaben in der BOMPIC Datenbank behaftet sind, lassen die Aufnahmemmaßstäbe bei einem Großteil des verfügbaren Bildmaterials erwarten, dass – bei nicht allzu massiv eingeschränkter photographischer Bildqualität (s. Kap. 4.4) – die meisten der wesentlichen altlastrelevanten Bildinhalte erkannt, identifiziert und kartiert werden können.**

## 3.2 Verfügbarkeit

Nach britisch-deutschem Staatsvertrag vom 22. Februar 1985, ergänzt durch eine Vereinbarung von 1987, dürfen die den deutschen Bundesländern aus England überlassenen Kriegsluftbilder ausschließlich zu Zwecken der Kampfmittelräumung und für die behördliche Altlastenerfassung genutzt werden. Eine Kopie oder Reproduktion von Bildern für andere Zwecke oder andere Nutzer ist ausdrücklich ausgeschlossen. Für die Nutzung des NRW-Bildbestandes ergeben sich damit folgende Regelungen:

- Die Bilder sollen **von oder im Auftrag der Erfassungsbehörde** zur **Erfassung** von altlastverdächtigen Flächen/Verdachtsflächen genutzt werden: Die Bildauswahl erfolgt von der Behörde oder in deren Auftrag dezentral vor Ort. Digitale Kopien der Luftbilder werden von der Behörde beim Landesumweltamt bestellt und von diesem - sobald erhältlich - mit entsprechender Zweckbindung an die Behörde ausgeliehen. Eine Weitergabe oder Kopie der Bilder für andere Zwecke oder an sonstige Dritte (z.B. Lokalhistoriker, Heimatforscher) ist nicht zulässig.

- Die Bilder sollen **im Auftrag von Dritten** (private Auftraggeber) zur **Erfassung** von altlastverdächtigen Flächen/Verdachtsflächen genutzt werden: Die Bildauswahl erfolgt beim Landesumweltamt in Essen. Ausgewählte Bilder werden in eine modifizierte Auswahlliste eingetragen und können damit vom Auftraggeber in England bei TARA (*The Aerial Reconnaissance Archives*, Keele, [www.evidenceincamera.co.uk](http://www.evidenceincamera.co.uk)) bestellt und für die angegebene Nutzung erworben werden.
- Die Bilder sollen **zu anderen Zwecken** als zur Altlastenerfassung genutzt werden: Die Bildauswahl erfolgt beim Nordrhein-Westfälischen Hauptstaatsarchiv, Düsseldorf. Ausgewählte Bilder können vom Kunden ebenfalls mit der modifizierten Auswahlliste bei TARA bestellt und für die angegebene Nutzung erworben werden.

### 3.3. Bestandserschließung, Bildauswahl und -beschaffung

#### ***Bestandserschließung***

Der Bildbestand „Alliierte Kriegsluftbilder NRW“ ist über Dateien erschlossen, die folgende Komponenten umfassen:

1. eine Auflistung der regional verfügbaren Kriegsluftbilder nach Bildflügen mit elementaren Kenndaten des Bildflugs/der Aufnahme: die **BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank**,
2. den Mikrofiche-Datensatz (s.u.) der Kriegsluftbilder: **Kriegsluftbilder NRW auf Mikrofiches**,
3. um die räumliche Einordnung der Mikrofiche-Bilder zu unterstützen und zu erleichtern: eine Datei der amtlichen Topographischen Karte 1:25.000 aus den Kriegsjahren in zwei Versionen, einer stärker und einer weniger stark komprimierten Datei, „**TK25 NRW – Zweiter Weltkrieg**“.

#### **Zu 1 (BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank):**

Die **Inhaltskategorien** der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank sind in *Tabelle 2* zusammengestellt; sie umfassen:

- Angaben, die ausschließlich oder primär dazu dienen, die Einzelbilder eindeutig zu kennzeichnen („Bild-Identifizierungsangaben“) sowie
- Angaben zu den Rahmenbedingungen des Bildflugs („Aufnahmeparameter“).

Damit die Angaben bei der Sichtung der Luftbild-Datei und der Bildauswahl sachgerecht einzuschätzen sind, werden sie in *Tabelle 2* – wenn immer erforderlich (und möglich) – kurz kommentiert.

**Tab. 2:** Inhaltskategorien der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank  
(s. dazu auch *Abbildung 12*)

Inhaltskategorien	Erläuterungen
Negativ / Film	Kennzeichnung der Luftbilder bei der Archivierung in der früheren Technischen Zentralstelle (TZ) der LÖBF NRW (s. Kap. 4.2): TZ-Negativ-Nummer der Einzelbilder, Nummer des Duplikat-Films; grundlegendes Suchkriterium im LUA-Bildfind- und -bestellsystem.
Archiv / Flug / Bild	Kennzeichnung der Bild-Originale in <i>The Aerial Reconnaissance Archives</i> (TARA): Archivsignatur, Bezeichnung des Bildflugs ( <i>sortie</i> ) der RAF/USAAF, Bild-Nummer. Hilfreich für die Einordnung der Einzelbilder in die Abfolge der Bildstreifen; über die Bildbezifferung können meistens Aufnahmekonstellation und Bildtyp ermittelt werden (s. dazu Anhang III.2); für nicht-behördliche Nutzer: grundlegende Kenndaten für Bildbestellungen bei TARA.
Aufnahmedatum	Grundlegend für die zeitliche Einordnung der Bilder und die Zusammenstellung sachgerechter Zeitschnitt-Folgen; hilfreich bei der Bildauswertung (z.B. Interpretation von Schlag Schatten); je nach Aufgabenstellung: grundlegendes Suchkriterium im LUA-Bildfind- und -bestellsystem.
Uhrzeit	Hilfreich bei der Bildauswertung (z.B. Schattenwürfe). Allerdings ist zu beachten: Bei den Angaben der Uhrzeit kann es sich handeln um 1. <i>Greenwich Mean Time</i> (GMT) 2. <i>British Summer Time</i> (BST = GMT + 1h) 3. <i>British Double Summer Time</i> (BDST = GMT + 2h). Nach BST ab April 1939 wurde am 19.11.1939 auf GMT umgestellt, ab 25.02.1940 wieder auf BST, und dann folgte ab 04.05.1941 mit unterschiedlichen Umstellungsdaten jeweils ein Wechsel zwischen BST und BDST, der erst im Oktober 1945 mit einer erneuten Umstellung auf GMT beendet wurde.
Höhe	Mittels der Flughöhe über Grund (hier in ft) sind grundsätzlich die Aufnahmemaststäbe zu berechnen; die Angaben in der BOMPIC-Datei müssen allerdings vielfach als (sehr) ungenau bis unzutreffend angesehen werden (s. Kap. 4.3 und Anhang III.4.2); daher sind sie bestenfalls mit Vorsicht als (grobe) Näherungs- und Orientierungswerte zu nutzen. Auch: mögliches Such- und Selektionskriterium im LUA-Bildfind- und -bestell-system.
Maßstab	Die Maßstabszahl (m) ist ein grundlegender Parameter der Bildauswertung, u.a. bei der Objektidentifizierung (Berechnung von Größendimensionen). Aber: Offenbar wurden die Maßstabszahlen schematisch über das Verhältnis Flughöhe / Kamera-Brennweite abgeleitet; damit sind sie ähnlich ungenau bzw. erkennbar falsch wie die Flughöhenangaben. Ohne eine einzelbildbezogene Überprüfung (s. Anhang III.4.2) können sie nur als (grobe) Näherungs- und Orientierungswerte angesehen werden. Auch: mögliches Such- und Selektionskriterium im LUA-Bildfind- und -bestellsystem.

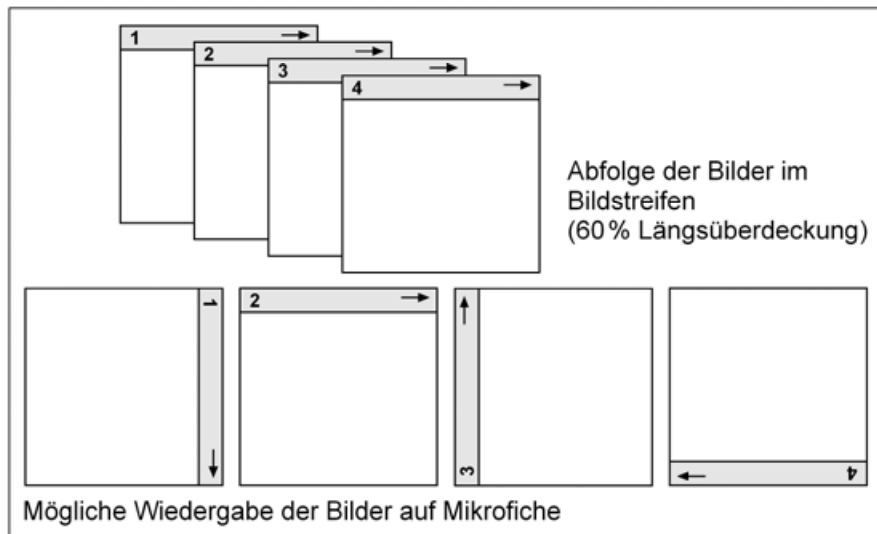
Inhaltskategorien	Erläuterungen
Gauß-Krüger-Koordinaten des Bildmittelpunktes / Typ	Die Gauß-Krüger-Koordinaten sind beim Aufbau der Bildsammlung NRW durch Digitalisierung der Bildflugtrassen in den von der A.C.I.U. (s. Anhang III.3) überlieferten analogen Flugübersichten abgeleitet worden. Dabei wurden jeweils das erste und das letzte Bild eines Flugstreckenabschnitts digitalisiert, während die Lage der dazwischen aufgenommenen Bilder – unter Annahme eines geradlinigen Fluglinienverlaufs dazwischen – interpoliert worden ist (= Typ). Da die Bildflugübersichten oft ungenau waren und zudem mit Discrepanzen zwischen dem realen und dem interpolierten Fluglinienverlauf gerechnet werden muss, sind die Koordinatangaben bestenfalls als näherungsweise Lokalisationshilfe der Einzelbilder anzusehen; im Einzelfall können sie auch grob falsch sein. Dennoch: grundlegendes Suchkriterium im LUA-Bildfind- und -bestellsystem.
Mikrofichebild	Nummer, unter der die Mikrofiche-Wiedergabe des Einzelbildes in der BOMPIC-Datei aufgerufen und das betreffende Bild auch zur Bestellung (1. Spalte: Auswahl) markiert werden kann. In der Praxis: wichtigstes Suchkriterium im LUA-Bildfind- und -bestellsystem.
TK-Nr. / TK-Name	Kennziffer und Bezeichnung des Blattes der Topographischen Karte 1 :25.000, in der sich das vom ausgewählten Luftbild abgedeckte Gelände befindet. Die Kartenausgabe aus den Kriegsjahren ist oft eine wesentliche Hilfe bei der Lokalisierung der Bilder.

## Zu 2 (Kriegsluftbilder NRW auf Mikrofiches):

Der **Mikrofiche-Datensatz** umfasst Mikrokopien des gesamten NRW-Bestands der Kriegsluftbilder. Er ist durch Scannen der analog-photographischen Mikrofiches entstanden, die eine der beiden Hauptkomponenten des bisherigen Suchsystems für die Kriegsluftbilder in NRW bei der Technischen Zentrale der LÖBF waren (s. dazu nachfolgend Kap. 4.2). Jedes Luftbildmikrobild hat eine individuelle Kennziffer (s. „Mikrofichebild“ in *Tab.2*); sie leitet sich aus der Position des betreffenden Bildes auf den Original-Mikrofiches der Technischen Zentrale der LÖBF NRW ab.

Mit Hilfe des nachfolgend vorgestellten, rechnergestützten Findsystems werden aus der digitalen Mikrofiche-Datei die Bilder ausgewählt, die mit den eingegebenen Suchkriterien übereinstimmen. Bei der Lokalisierung der angezeigten Ergebnisbilder sollten zwei Sachverhalte beachtet werden:

1. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass gemäß Bildnummerierung aufeinander folgende Einzelbilder eines Bildstreifens immer gleich, also entsprechend der Längsüberdeckung, angeordnet sind. Vielmehr muss gelegentlich auch mit einer zufällig-beliebigen Ausrichtung der einzelnen Mikrokopien gerechnet werden (s. dazu *Abb. 3*) – ein Tatbestand, der die räumliche Orientierung und damit die Lokalisierung der Bilder besonders in Gebieten mit wenig markanten topographischen „Landmarken“ unter Umständen deutlich erschweren kann.



**Abb. 3:** Wiedergabe von Einzelbildern in der Mikrofiche-Datenbank

Eine der Bildfolge im Flugstreifen entsprechende Bildausrichtung ist durch eine durchgehend gleich bleibende Anordnung der Bildrand-Annotationen und Bildnummern (hier oben) sowie das unmittelbare Nebeneinander der jeweiligen Überdeckungsbereiche im Fluglinienverlauf (hier: jeweils rechts, auf dem Folgebild: links) charakterisiert. Da die Bildkopien auf den Mikrofiches durchaus – von dieser Anordnung abweichend – unterschiedlich angeordnet sein konnten, muss in Einzelfällen auch bei der Mikrofiche-Datenbank mit einer solchen ungeordneten Ausrichtung aufeinander folgender Bilder gerechnet werden.

2. Um den Umfang der Fiche-Daten in operationellen Grenzen zu halten, sind die Bild-Mikrokopien jeweils komprimiert in einer **deutlich reduzierten Auflösung** wiedergegeben. Wenn einzelne Bilder der Fiches auf dem Bildschirm relativ dunkel und/oder kontrastarm-unscharf erscheinen, bedeutet dies daher *nicht*, dass die Originalbilder qualitativ ähnlich unzulänglich sind. Vielmehr werden die Scans der Bildoriginale in den allermeisten Fällen eine photographische Qualität haben, die – dem jeweiligen Bildmaßstab entsprechend – eine hinreichende Detailerkennbarkeit und damit eine sachgerechte Objektidentifizierung und –kartierung ermöglichen (vgl. *Abb. 4*). Mit anderen Worten:

**Die Auswahl der in eine Verdachtsflächen-Erfassung einzubeziehenden Kriegsluftbilder sollte nicht allein aufgrund des ersten Augenscheins bei der Sichtung der Bild-Mikrokopien auf den Fiches getroffen werden, sondern es empfiehlt sich ein gründliches Abwägen. Im Zweifelsfall sollte auch qualitativ weniger gut geeignetes Bildmaterial zur Analyse herangezogen werden, da bei digitaler Auswertung immer die Möglichkeit besteht, mit sachgerechten Verfahren des Kontrastausgleichs und der Kontrastverstärkung die Bildqualität zu verbessern.**



**Abb. 4:** Photographische Qualität – Mikrofiche und Original-Bild/-Bilddaten

Die beiden Abbildungen verdeutlichen, wie sich Mikrofiches (oben) und Originale (unten) der Luftbilder in ihrer photographischen Qualität unterscheiden können. Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives (TARA), Keele, Staffs (UK)*

### Zu 3 (TK25 NRW – Zweiter Weltkrieg):

Wegen der vielfältigen und oft tief greifenden landschaftlichen Veränderungen seit dem Zweiten Weltkrieg kann es sich als durchaus schwierig und zeitraubend erweisen, Kriegsbilder anhand aktueller topographischer Karten/Ortspläne zu lokalisieren. Dies gilt für den ländlichen Raum (Flurbereinigung) ebenso wie für Stadtgebiete (Wiederaufbau, bauliche Erweiterung). Um die „Verortung“ der Bilder zu erleichtern, empfiehlt sich der Rückgriff auf älteres Kartenmaterial. Die Kriegsluftbild-Datenbank wird daher durch einen digitalen Datensatz der Topographischen Karte 1.25.000 (TK25) ergänzt, wobei nach Möglichkeit jeweils Blattausgaben im Berichtigungsstand der Kriegsjahre bzw. der Jahre kurz vor oder nach dem Krieg integriert worden sind („TK25 NRW – Zweiter Weltkrieg“). Wo dies aufgrund abweichender regionalspezifischer Fortführungszyklen nicht möglich war, wurden Blätter mit älterem oder jüngerem Berichtigungsstand herangezogen (s. Anhang II.4).

### **Bildauswahl und -beschaffung**

Kriegsluftbilder zur Altlastenerfassung mussten bisher zentral in Düsseldorf bei der TZ LÖBF (s. dazu S. 25) gesichtet und zur Reproduktion bestellt werden. Zur Unterstützung der Erfassungsbehörden wurde nun ein System entwickelt, mit dessen Hilfe die Suche, Auswahl und Bestellung der für den Einzelfall benötigten Bilder zukünftig vor Ort durchgeführt werden kann. Dabei handelt es sich um:

1. Eine CD mit dem **Bildfind- und –bestellsystem**: Diese enthält erstens die Anwendung „*Bompic-03-2006.mdb*“, mit der die gewünschte Auswahl und Bestellung durchgeführt werden kann. Zweitens umfasst die CD eine *Kurzanleitung* sowie drittens eine Datei mit Antworten zu häufig gestellten *Fragen* (FAQ). Auf der CD befindet sich viertens ein Verzeichnis „*Luftbilder*“ als Platzhalter für die regional aufgeteilten Mikrofiche-Luftbildkopien. Dieses Verzeichnis wird bei der lokalen Installation der Anwendung über die mitgelieferte Daten-DVD (s.u.) gefüllt. Fünftens enthält die CD ein Verzeichnis „*TK\_25\_Thumb*“, in dem die komprimierten Blätter der „TK25 – Kriegsjahre“ zur ersten raschen Orientierung gespeichert sind.
2. In der Regel eine DVD mit den gescannten, regional aufgeteilten **Mikrofiche-Bildern**<sup>2</sup>. Diese Daten werden bei der lokalen Installation in das Verzeichnis „*Luftbilder*“ kopiert (s.o.).
3. Eine Daten-DVD mit dem NRW-Bestand der **Topographischen Karten aus den Kriegsjahren** („TK25 NRW – Zweiter Weltkrieg“) georeferenziert und in der vollen Auflösung der Karten-Originalscans des Landesvermessungsamtes. Diese Daten können zur genaueren Lokalisierung außerhalb des Bildfindsystems mit einem GIS-/Bildbetrachtungsprogramm angesehen werden.

Alle Datenträger enthalten zusätzlich Informationen zum Urheberschutz der gelieferten Daten (Datei *Urheberschutz.txt*), die zwingend zu beachten sind. Die zuständigen Behörden können dieses System kostenfrei beim LUA NRW bestellen.

<sup>2</sup> Wegen des großen Datenumfanges wird nicht die Übersicht über den Gesamtdatenbestand NRW zur Verfügung gestellt, sondern nur eine Übersicht über Teilregionen der räumlich-administrativen Umgebung. Daten über Bildbestände von Nachbarregionen können beim LUA angefordert werden.

Die „**Kurzanleitung**“ auf der CD beschreibt eingehender, wie mit dem Bildfindsystem die zur Verdachtsflächenerfassung verfügbaren und für die aufgabenbezogene Kartierung geeignet erscheinenden Kriegsluftbilder vor Ort zu ermitteln sind.



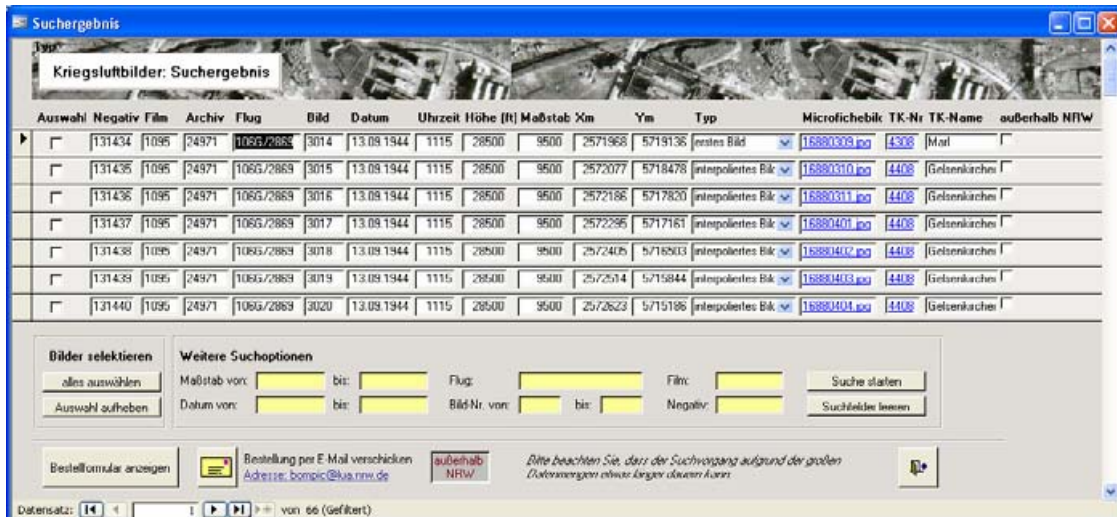
**Abb. 5:** BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank – Suchmaske

Daher sollen (und müssen) hier nur die grundlegenden Schritte des praktischen Vorgehens genannt werden:

- 1) Über eine erste „Suchmaske“ (Abb. 5) kann das Gemeindegebiet und der hierfür (in den Grenzen der „bounding box“ [s. Anhang II.2]) verfügbare Bildbestand aufgerufen werden oder aber der Bildbestand, der auf ein Suchrechteck entfällt, das über die Gauß-Krüger-Koordinaten der linken unteren und der rechten oberen Ecke des Untersuchungsgebietes zu definieren ist.
- 2) Im Weiteren kann dann über eine „Auswahlmaske“ (Abb. 6) unter den für das betreffende Gemeindegebiet bzw. das definierte Suchrechteck verfügbaren Luftbildern eine Auswahl getroffen werden, und zwar nach folgenden Suchkriterien
  - Aufnahmezeitraum (Flugdatum),
  - Aufnahmemaßstab,
  - Bildflug-Bezeichnung/-Nummerierung bzw.
  - Film- und Negativnummer der Duplikate.

Bei der Auswahl von Luftbildern nach Aufnahmemaßstäben müssen die vorangehend in Tab. 2 formulierten Hinweise auf die Zuverlässigkeit der jeweiligen Maßstabsangaben berücksichtigt werden.





**Abb. 6:** BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank – Auswahlmaske

Zudem können die jeweiligen Microfichebilder der ausgewählten Aufnahmen durch Anklicken aufgerufen werden, um zu überprüfen, ob bzw. inwieweit die Bilder das Untersuchungsgebiet tatsächlich abdecken und ob bzw. inwieweit die Auswertung durch Dunst, Wolken, Qualm o.ä. eingeschränkt, wenn nicht unmöglich gemacht wird. Hierbei sollten die vorangehend erläuterten kompressionsbedingten Qualitätsverluste der Microfiche-Bilder berücksichtigt werden.

Die „Auswahlmaske“ erlaubt zudem ebenfalls durch Anklicken einen schnellen Zugriff auf die Kriegsausgabe der jeweiligen TK25 (in der stärker komprimierten Version), auf der sich das ausgewählte Bild befindet. Damit sind die Microfiche-Bilder leichter zu lokalisieren. Für eine Bildlokalisierung etwa anhand kleinerer, kaum augenfälliger „Landmarken“ oder auch zur „Absicherung“ der Groblokalisierung empfiehlt es sich, auf die höher aufgelöste Daten-DVD „TK25 NRW – Zweiter Weltkrieg“ zurückzugreifen.

In der ersten Spalte der Bildschirmmaske können schließlich die ausgewählten Luftbilder markiert und in einem separat aufrufbaren **Bestellformular** zusammengestellt werden. Dieses kann per E-Mail direkt an das LUA NRW geschickt und lokal abgespeichert werden. Für nicht-behördliche Nutzer des Luftbildfind- und -bestellsystems beim LUA oder Hauptstaatsarchiv besteht hier die Möglichkeit, ihre Bildauswahl in einer modifizierten Bestellliste digital abzuspeichern und z.B. über den büroeigenen Rechner zur Bestellung an TARA (s. Kap. 3.2) zu schicken.

## 4 Merkmale und Besonderheiten der alliierten Kriegsluftbilder

Bei flüchtiger Betrachtung wird man die in Nordrhein-Westfalen zur Verdachtsflächen-Erfassung verfügbaren Kriegsluftbilder durchgehend für Senkrecht-, speziell für Senkrecht-Reihen- bzw. -Reihenmessbilder halten. Teilweise ist dies auch richtig; häufig aber entsprechen die Bilder realiter nicht oder nur eingeschränkt den Standards einer Reihen(mess)aufnahme, und zwar weder den damaligen, noch den heutigen. Vielmehr gibt es eine Reihe von Unterschieden. Abgesehen von der Bildüberlieferung (nachfolgend 4.2) gilt dies namentlich für die technischen Rahmenbedingungen: für die eingesetzten Kameras und deren Anordnung im Flugzeug (nachfolgend 4.1), die Filme bzw. Filmaufbereitung sowie manche „äußeren“ Gegebenheiten beim Bildflug. Hieraus resultieren besondere, auch für die Verdachtsflächen-Kartierung wesentliche Bildeigenschaften. Sie betreffen

1. die Bildgeometrie: die Lagegenauigkeit der räumlichen Wiedergabe des aufgenommenen Geländes (nachfolgend 4.3),
2. die photographische Qualität der Bilder: die Erkennbarkeit von Geländeobjekten und Objektdetails (nachfolgend 4.4),
3. zeittypisch-kriegsspezifische Bildinhalte: für die Verdachtsflächen-Erfassung relevante kriegstypische Gelände-/Objektgegebenheiten (s. Kap. 5 sowie Anhang IV.1.2).

### 4.1 Bildaufnahme

Für die Luftbildaufnahmen wurden im Kriegsverlauf unterschiedliche Kameras eingesetzt: zum einen „klassische“ Messkameras und zum anderen Mehrzweck- bzw. Aufklärungskameras mit jeweils auswechselbaren Objektiven, die Brennweiten zwischen rund 130 mm und knapp über 900 mm hatten (s. Anhang III.2.1).

Die **Anordnung der Kameras** bei den Aufklärungsflügen (s. Anhang III.2.2) variiert je nach eingesetztem Bildflugzeug bzw. Aufgabe der Flugmission: Die verfügbaren Senkrechtbilder können aus „konventionell“ im Flugzeugrumpf montierten Kameras stammen, überdies aber auch aus Kameras, die in Spezialbehältern (*blisters*) an den Tragflächen angebracht waren, bzw. sie können in der Simultan-Konfiguration divergenter Kameras (*split verticals*) aufgenommen worden sein.

Die **Gipfelhöhen** der Aufklärungsflüge lagen überwiegend, nämlich zu fast zwei Drittel, zwischen 4.000 und 8.000 m; für ein weiteres Drittel der Aufnahmen nennt die BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank Flughöhen bis 12.000 m (s. Anhang III.2.3). Allerdings muss grundsätzlich, bedingt durch äußere Aufnahmebedingungen, bei einem Großteil der Bildflüge mit empfindlichen Schwankungen der Aufnahmehöhe innerhalb einer Flugmission bzw. eines Aufnahmestreifens gerechnet werden.

Nach **Flugkonstellationen** gehen die Kriegsluftbilder entweder auf „normale“ Reihenmessaufnahmen in Bildstreifen und Bildblöcken mit der üblichen Längs- und Querüberdeckung zurück oder aber – ganz überwiegend – auf Aufnahmen in Form trassenartiger, auf die Zielobjekte ausgerichteter Flug-/Bildstreifen, wobei freilich nicht immer von einem geradlinigen Befliegungsverlauf auszugehen ist. Die Luftbildfilme ermöglichten pro Filmrolle die Aufnahme von rund 125 bis 500 Bildern in Formaten zwischen 13 cm x 13 cm und 23 cm x 23 cm (s. auch Anhang III.2.2).

**Zeitlich** wurden die Bildflüge praktisch ganzjährig, natürlich aber stets in Abhängigkeit von der Wetterlage, durchgeführt, und zwar zwischen etwa drei Stunden nach Sonnenaufgang und rund drei Stunden vor Sonnenuntergang. Dementsprechend stark konnten lokal die Belichtungsverhältnisse und damit die Bildausleuchtung bzw. die Längen der Objektschatten variieren.

Die **Filmqualität** entsprach grundsätzlich den damaligen Standards. Wenn trotzdem die photographische Bildqualität mancher Bilder einiges zu wünschen übrig lässt, kann dies mehrere Ursachen haben: zum einen ungünstige Aufnahmebedingungen beim Bildflug (z.B. Wolkenschleier u.ä.), zum anderen die äußeren Rahmenbedingungen bei der Bildaufbereitung (s. nachfolgend Kap. 4.2 sowie Anhang III.2.4) und schließlich auch die Archivierung der Luftbilder bzw. die Art und Weise, wie sie überliefert wurden und für die Verdachtsflächen-Erfassung heute bereitgestellt werden.

## 4.2 Überlieferung und Archivierung

Die für die Verdachtsflächen-Erfassung in NRW verfügbaren Kriegsluftbilder haben eine Archivierungs- und Überlieferungsgeschichte (s. *Tab. 3*), die für die Einschätzung der Luftbilder sowie deren Auswertbarkeit durchaus bedeutsam ist.

**Tab. 3:** Überlieferungsschritte der Kriegsluftbilder NRW

Zeitraum	Bestand
Kriegsjahre	Aufbewahrung und Nutzung im Arbeitsarchiv der zentralen britischen/alliierten Luftbildauswertung ( <i>interpretation unit</i> )
nach Kriegsende	Überstellung an und Aufbewahrung im <i>Public Record Office/National Archives</i> , Außenstelle <i>Air Photo Library, Department of Geography, University of Keele</i> , Staffs, inzwischen: <i>The Aerial Reconnaissance Archives (TARA)</i>
Mitte der 1980er Jahre	Anfertigung von Duplikat-Filmnegativen u. Archivierung dieser Duplikate bei der Technischen Zentrale (TZ, Dezernat 14) der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF) NRW
aktuell (seit 2005)	Überarbeitung der BOMPIC Luftbild-Datenbank und Digitalisierung der Mikrofiche-Findhilfe sowie der Duplikat-Negative durch Scannen; Bereitstellung über das Landesumweltamt NRW (LUA)

Das Bildmaterial geht (nahezu) ausschließlich auf die Luftbildsammlung der britischen, dann britisch-amerikanischen *Interpretation Unit* zur strategischen Luftbildauswertung zurück (s. ausführlicher Anhang III.3). Die hier über die Kriegsjahre als Arbeitsmaterial zur thematisch-objektorientierten, multitemporal-vergleichenden Luftanalyse angesammelten und vorgehaltenen Bildbestände wurden eingangs der 1960er Jahre an eine Außenstelle des *Public Record Office* (PRO, heute: *The National Archives*) übergeben: die Luftbildsammlung der *Keele University* (Staffs). Allerdings sind keine Original- oder Duplikatfilme, sondern ausschließlich die Papier-Kontaktkopien des Originalbestandes der *Interpretation Unit* archiviert worden.

Diese Papier-Kontaktkopien wurden eingangs der 1990er Jahre in der Technischen Zentralstelle der LÖBF NRW auf Rollfilm kopiert, archiviert und für die Praxis der Verdachtsflächen-Erfassung erschlossen und zwar mittels einer Vorläuferversion der aktuellen BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank (s. vorangehend Kap. 3).

Im jüngsten Schritt der Überlieferung des NRW-Kriegsluftbildbestandes werden die Negativrollfilmkopien der PRO-/Keele-Bestände durch Scannen digitalisiert und als Rasterbilddateien für Zwecke der Kampfmittelbeseitigung, aber auch für die Praxis der behördlichen Verdachtsflächen-Erfassung bereitgestellt. Zugleich sind die Möglichkeiten, die jeweils am besten geeigneten Kriegsluftbilder zu ermitteln und zu beschaffen, den neuen Gegebenheiten des dezentralen Zugriffs über DVD angepasst worden (s. vorangehend Kap. 3.3).

Zusammengefasst: Die jetzt für die Verdachtsflächen-Kartierung bereitgestellten digitalen Luftbilddaten basieren auf dem Scannen von Duplikat-Filmnegativen, die ihrerseits allerdings nicht auf der Grundlage der Original-Fliegerfilme oder zumindest von Duplikat-Filmkopien der Originalfilme hergestellt wurden, sondern über Papier-Kontaktkopien. Diese Papierabzüge wurden außerdem während der Kriegsjahre in der *Interpretation Unit* wiederholt für vergleichende Bildanalysen herangezogen, vielfach mit entsprechenden „Abnutzungserscheinungen“. Angesichts der nicht immer optimalen Herstellung der Papierabzüge sind zudem als Folge der über vierzigjährigen Archivierungszeit vor Anfertigung der Duplikat-Negativfilme grundsätzlich weitere Beeinträchtigungen der Bildqualität in Betracht zu ziehen. Kurz:

**Die möglichen Auswirkungen der Archivierung und Überlieferung der alliierten Kriegsluftbilder auf deren Qualität sollten/dürfen bei deren Auswertung nicht außer Acht gelassen werden.**

### 4.3 Geometrische Eigenschaften

Um die geometrischen Eigenschaften der Kriegsluftbilder in den für eine Kartierung von Altablagerungen und Altanlagen wesentlichen Merkmalen zu charakterisieren, ist es zweckmäßig, die beiden Hauptbildtypen, also Senkrecht- und divergente Senkrecht-Reihenbilder (*split verticals*), gesondert zu betrachten und dabei auch vergleichend Luftbilder aus „normalen“ zivilen Bildflügen für Vermessungs- und ähnliche Zwecke einzubeziehen.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass bei den kartierungsrelevanten geometrischen Abbildungseigenschaften zwischen Senkrechtbildern aus Aufklärungsflügen, entsprechenden *split vertical*-Bildern und Senkrechtbildern aus zivilen Messflügen der Vor- oder Nachkriegsjahre i.d.R. keine prinzipiellen, sondern nur graduelle Unterschiede bestehen. De facto sind die **Einzelbilder** (s. dazu Anhang III.4.2) jeweils charakterisiert durch

- uneinheitliche, nicht-glatte Abbildungsmaßstäbe, die aus Geländeunebenheiten und/oder Abweichungen der Aufnahmeachse vom Geländelot resultieren,
- Punktverlagerungen, also Lagefehler der Geländeabbildung („Verzerrungen“), die durch Höhendifferenzen im Gelände verursacht werden („höhenbedingter radialer Punktversatz“),
- Punktverlagerungen, die durch Roll- und Nickbewegungen des Bildflugzeugs und entsprechende Quer- oder/und Längsneigung der Aufnahmeachse bedingt sind,
- ungleichmäßige Abbildungsfehler, die zurückzuführen sind auf die Weiterbehandlung des aufgenommenen Luftbildmaterials bei der Aufbereitung der Originalfilme, ferner die häufige Nutzung der Kontaktkopien zur Bildinterpretation und die Lagerung sowie im Fall des jetzt vorliegenden Bildbestands zusätzlich auch auf den zweimaligen, analogen bzw. digitalen, Duplizierungsprozess zur Anfertigung der Bild“kopien“.

Betrachtet man nicht nur die Einzelbilder, sondern auch die **Bildreihen**, so ist generell zu beachten (s. Anhang III.4.3):

- Im Flugverlauf kann die vorgesehene Flughöhe schwanken, so dass entsprechend den Höhendifferenzen innerhalb des Bildstreifens die (mittleren) Maßstäbe der Einzelbilder variieren.
- Zudem führen Veränderungen der Flughöhe im Flugstreifen zu Unterschieden der Bild-Längsüberdeckung innerhalb des Bildstreifens.
- Die Fluglinien folgen nicht geradlinig dem Grundkurs, sondern verlaufen krumm; dementsprechend sind die Einzelbilder gegeneinander versetzt bzw. verkantet, so dass die gegenseitigen Überdeckungsbereiche der Bilder eines Bildstreifens (bzw. der Parallelstreifen) reduziert sind und die betreffenden Gebiete u.U. nicht stereoskopisch „auskartiert“ werden können.

Zusammengefasst: Senkrecht-Luftbilder – unabhängig davon, ob sie aus zivilen Reihenaufnahmen oder militärischen Aufklärungsflügen stammen – geben einen Geländeausschnitt de facto nie exakt maßstabsgleich und lage-/koordinatengenau wieder, sondern immer mit mehr oder weniger kräftig ausgeprägten geometrischen **Abbildungsfehlern**: mit Maßstabsschwankungen und Lageungenauigkeiten.

Diese Abbildungsfehler sind einerseits objektbedingt, so die aus Geländeunebenheiten resultierenden Maßstabsunterschiede oder die radialen Punktversetzungen in den Bildern; sie bestimmen daher gleichermaßen die Abbildungsgeometrie aller Senkrechtbilder. Andererseits spielen die Rahmenbedingungen der Aufnahme so-

wie bedingt auch die der Bild-Weiterbehandlung eine wesentliche Rolle. Hier unterscheiden sich die aus Aufklärungsflügen stammenden Senkrecht-Luftbilder – zum Teil sehr deutlich – von Reihenaufnahmen für zivile Zwecke. Für die Bildflüge der Kriegsjahre sind – unter den erschwerten Einsatzbedingungen – abrupte Wechsel der Flugrichtung und Flughöhe ebenso typisch wie Drehbewegungen des Flugzeugs und daraus resultierende Abweichungen der Aufnahmeachse vom Geländelot. Diese rufen – je nach Ausmaß der Achsenneigung mehr oder weniger kräftige – Maßstabsschwankungen und Punktverlagerungen hervor, die in aller Regel bei den divergenten Senkrechtbildern (*split verticals*) aufgrund der spezifischen Kamerakonfiguration stärker ausgeprägt sind als bei den „strengen“ Senkrecht-Reihenbildern. Hieraus ergibt sich für die Praxis der Bildauswertung und Bildkartierung:

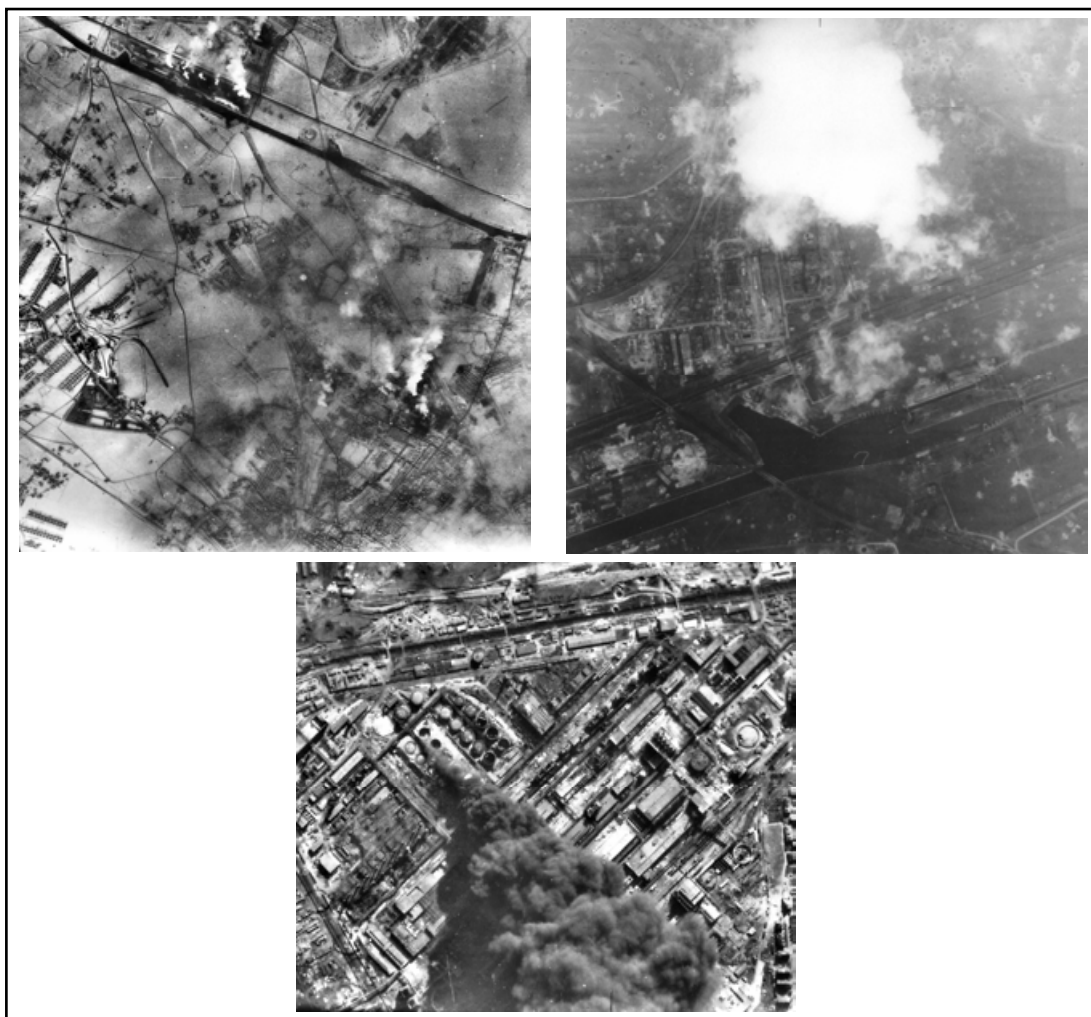
**Eine einfache visuell-qualitative Bildauswertung zur Identifizierung potenziell altlastverdächtiger Geländebefunde, um etwa die Zuverlässigkeitsüberprüfung von Kollateralquellen abzusichern, wird normalerweise durch die u.U. durchaus „problematischen“ geometrischen Eigenschaften der Kriegsluftbilder nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt. Lage- und grundrisstreue Kartierungen – etwa zur exakten Objektverschneidung im multitemporalen Vergleich oder als Grundlage für Geländebeprobungen – sind dagegen mit einfachen Techniken (z.B. der graphischen Punktübertragung) kaum hinreichend genau durchzuführen; hier ist vielmehr der Einsatz photogrammetrischer Auswertungs- und Kartierverfahren (s. Kap. 5) notwendig.**

#### 4.4 Photographische Eigenschaften der Kriegsluftbilder

Die photographische Qualität eines Luftbildes, die ganz entscheidend das Maß der Objekt- und Detailerkennbarkeit bestimmt, hängt von einer Reihe unterschiedlicher Faktoren und deren Zusammenspiel ab. Bei den Kriegsbildern sind besonders zu beachten:

- Das Auflösungsvermögen der bei den Aufnahmen eingesetzten panchromatischen Schwarzweiß-Filmemulsionen sowie des für die Herstellung der Positiv-Kontakkopien verwendeten Photopapiers: Verständlicherweise sind hier generell gegenüber der Leistungsfähigkeit heutiger Luftbildmaterialien Abstriche zu machen.
- Die Aufbereitung des aufgenommenen Bildmaterials, also die Entwicklung der Filme und die Erstellung der Kontaktkopien: Hier haben die spezifischen Rahmenbedingungen bei der photographischen Weiterverarbeitung (s. Kap. 4.2) immer wieder Kontrastminderungen verursacht, und die (oft) allzu schnelle Anfertigung der Kontaktkopien hat in den Kriegsjahren (s. Anhang III.2.4), etwa infolge unzulänglicher Fixierung und Wässerung, häufig den Alterungsprozess der Papierabzüge beschleunigt und damit bis zur Anfertigung der Duplikat-Negative zu Verlusten der Bildqualität geführt.

- Die Aufnahmebedingungen beim Bildflug: Während „normale“ Bildflüge vor allem im Frühjahr bzw. Sommer bei wolkenlosem Himmel oder unter geschlossener Wolkendecke und im Tagesgang möglichst eng um die Mittagszeit durchgeführt werden, gab es für die Aufklärungsflüge praktisch keine jahreszeitlichen Einschränkungen; oft wurden Bilder auch bei ungünstigeren Wetterlagen und/oder Rauch (s. *Abb. 7*), sowie tageszeitlich auch am frühe(re)n Vormittag bzw. späte(re)n Nachmittag aufgenommen.
- Die Erstellung der analogen Duplikat-Negative und aktuell die Digitalisierung der kopierten Filmnegative: Beide Prozesse haben nicht nur, wie vorangehend dargelegt, die Genauigkeit der Abbildungsgeometrie, sondern durchaus auch die photographische Qualität der Geländewiedergabe beeinträchtigt.



**Abb. 7:** Beispiele der Beeinträchtigung von Bildqualität und -auswertbarkeit

Die Bildausschnitte verdeutlichen, wie die Wetterlage oder unmittelbare Angriffsfolgen die Objektidentifizierung erschweren oder unmöglich machen: Schnee (oben links), Wolken- und Wolkenschatten, Dunst (oben rechts, oben links), Dampf oder Qualm/Rauch (oben links, unten). Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)

Am stärksten haben normalerweise die äußeren Rahmenbedingungen des jeweiligen Bildflugs sowie die Aufbereitung des aufgenommenen Bildmaterials und dessen Lagerung/Archivierung die photographische Bildqualität beeinflusst. Grundsätzlich ist aber festzuhalten, dass ein Großteil der verfügbaren Kriegsluftbilder ohne merkliche Einschränkungen den photographischen Standards ihrer Entstehungszeit entspricht: Bildschärfe und Kontrastwiedergabe und damit auch die Wiedergabe von Geländeobjekten und Objektdetails sind so gut, dass sie – maßstabsbezogen – problemlos eine Identifizierung (und Kartierung) potenziell altlastverdächtiger Sachverhalte gestatten. Andererseits umfasst der Bestand „Kriegsluftbilder NRW“ allerdings auch Bilder, deren Auswertbarkeit durch erhebliche Kontrastminderung, durch Dunst und Wolken bzw. Wolkenschatten, schwache Ausleuchtung und massive Objektschatten mehr oder weniger empfindlich eingeschränkt ist (vgl. vorangehend bspw. *Abb. 7*).

**Um trotz der photographischen Qualitätsminderung (vielleicht) dennoch altlastrelevante Objekte (zuverlässig) erfassen zu können, ist vor der Bildauswertung eine qualitative Bildverbesserung in Form eines Helligkeits- und vor allem Kontrastausgleichs notwendig, wie er bislang bei den analogen Bildabzügen vorgenommen wurde (*Dodging*) und wie er auch bei digitalen Verfahren in den vorbereitenden Schritten der Bildauswertung vorzunehmen ist (s. Kap. 5).**



## 5 Auswertung von Kriegsluftbildern

### 5.1 Objektidentifizierung

Bei der Erschließung der semantischen Bildinformationen, also dem Erkennen und Identifizieren verdachtsflächenrelevanter Objekte/Sachverhalte, unterscheidet sich die Auswertung von Kriegsluftbildern grundsätzlich nicht von der „normaler“, für zivile Zwecke geflogener Reihen-Senkrechtbilder: Beide geben das aufgenommene Gelände und seine Objekte – anders als Karten – bekanntlich nicht kodiert durch „standardisierte“, in Legenden erläuterte Signaturen wieder, sondern in ihrem jeweiligen Erscheinungsbild und Zustand zum Zeitpunkt der Aufnahme. Daher müssen die potenziell altlastsignifikanten Bildinhalte in den Luftbildern jeweils einzeln erkannt und aufgrund ihrer „Bildphysiognomie“, also ihres Erscheinungsbildes in der „Draufsicht-Perspektive“ der Senkrechtaufnahme, identifiziert werden (vgl. dazu Anhang IV.1.1). Hierbei können sich in der Praxis der Luftbildauswertung dann allerdings doch Unterschiede bemerkbar machen; zu beachten sind vor allem die Folgenden:

1. Einschränkungen der stereoskopischen Auswertbarkeit des Bildmodells infolge einer bildflugbedingt unzureichenden Längsüberdeckung aufeinander folgender Aufnahmen im Bildstreifen
2. Einschränkungen der Objekt-Detailerkennbarkeit infolge von Unzulänglichkeiten der photographischen Qualität des Bildmaterials
3. Einschränkungen der Erkennbarkeit von Objekten infolge von Tarnmaßnahmen

**Zu 1:** Können Geländebereiche nicht stereoskopisch als dreidimensionale Bildmodelle analysiert werden, weil sie in der Reihenaufnahme nur einmal erfasst wurden (zu den Ursachen s. Anhang III.4.3), dann beeinträchtigt dies verständlicherweise vor allem die Erkennbarkeit und damit die Zuverlässigkeit der Erfassung (und Kartierung) sowie der qualitativen und quantitativen Klassifizierung von Altablagerungen. Ebenso wird aber auch die Identifizierung und Einstufung von Kriegseinwirkungen sowie von vielen Altanlagen erschwert und die Ergebnisse müssen vielfach als mehr oder weniger unsicher gelten.

**Zu 2:** Auch wenn die photographische Qualität des auszuwertenden Luftbild-Stereomodells keine gravierenderen Beeinträchtigungen aufweist, muss davon ausgegangen werden, dass die Detailerkennbarkeit normalerweise (etwas) geringer ist (bzw. sein kann) als in heutigen Kontaktkopien der gleichen Maßstabskategorie. Daher sind Gelände- und Objekteinzelheiten, die in aktuelleren Luftbildern eindeutig erkannt und differenziert werden können, in den Kriegsluftbildern häufig nicht oder nur mit einigen Unsicherheiten auszumachen.

**Zu 3:** Die Bedeutung der Tarnung für die Erfassbarkeit altlastrelevanter Objekte/Sachverhalte darf nicht vernachlässigt, sie sollte aber auch nicht überschätzt werden. Zum einen ist festzustellen, dass ein Großteil der potenziellen Kontaminationsquellen/-bereiche von Tarnmaßnahmen nicht betroffen war; dies gilt für die

Mehrzahl der Altablagerungen, aber auch für viele, wenn nicht sogar die meisten Altanlagen. Zum anderen zeigt die Auswertungspraxis, dass Tarnmaßnahmen in den allermeisten Fällen einfach und schnell zu erkennen sind (s. dazu Anhang IV.1.2), wenn die luftbildgestützte Standortanalyse auch über die Kriegsjahre konsequent multitemporal angelegt wird und wenn die Bilder der verfügbaren Zeitschnitte stereoskopisch ausgewertet werden. Zwar kann für die Dauer der (meist freilich kurzen) Phase einer intakten Tarnung verständlicherweise der Gebäude- und Anlagenbestand im getarnten Standortbereich nicht eingesehen und kartiert werden; es darf allerdings angenommen werden, dass unter den Tarnkonstruktionen in der Regel keine tief greifenden baulichen Veränderungen vorgenommen wurden; und sollte dies doch der Fall gewesen sein, dokumentieren Folgebilder nach der Zerstörung der Tarnung diese Veränderungen.

Zusammengefasst: Das Erkennen und Identifizieren verdachtsflächenrelevanter Geländeobjekte und -objektdetails kann sich zwar schwierig(er) gestalten und die Ergebnisse können mit Unsicherheiten behaftet sein. In ausgeprägter Form gilt dies allerdings nur, wenn *ausschließlich* aufnahmetechnisch-photographisch unzulängliches Bildmaterial zur Verfügung steht; das aber dürfte – namentlich für die städtischen Ballungsgebiete des Landes – die Ausnahme sein.

Mit anderen Worten:

**Normalerweise kann auf genügend Bildmaterial in „Standardqualität“ zurückgegriffen werden, und bei der Auswertung dieser Bilder sind Altablagerungen wie auch Altanlagen und kontaminationssignifikante Kriegseinwirkungen weitestgehend problemlos und in hinreichender Detailschärfe zu identifizieren.**

## 5.2 Zur Kartierung verdachtsflächenrelevanter Bildinhalte

Angesichts der in Kapitel 4.3 und vertiefend in den Anhängen III.4.2 und III.4.3 beschriebenen geometrischen Eigenschaften von Senkrechtreihen-Luftbildern muss hier nicht weiter erläutert werden, dass eine exakte lage- und grundrisstreue sowie bei Ablagerungen/Verfüllungen auch höhengenaue Kartierung der identifizierten verdachtsflächenrelevanten Bildinhalte nur möglich ist, wenn ein Instrumentarium eingesetzt wird, das außer der stereoskopischen Bildanalyse die hinreichend genaue Kompensation der verschiedenen geometrischen Abbildungsfehler einschließlich des Maßstabsausgleichs erlaubt.

Für die „klassische“ analoge Luftbildauswertung und -kartierung findet sich eine Übersicht über entsprechende Geräte bzw. Gerätekombinationen unter anderem in MALBO, Band 18 (Leitfaden Nr. 5 in Anhang I). Die hier nach ihrem Leistungsvermögen differenzierten Kartiergeräte könn(t)en grundsätzlich zwar auch für die Auswertung der nun in Form digitaler Datensätze bereitgestellten Kriegsluftbilder eingesetzt werden.

Allerdings müssten dazu aus den digitalen Bild-Datensätzen wieder analoge Papier- oder Diapositivabzüge hergestellt werden. Hierbei sind nicht nur praktische Schwierigkeiten zu erwarten, weil „normale“ Fotolabors am Markt meistens nur (sehr) bedingt in der Lage sein werden, aus den Digitaldaten analoge Bilder in den Formaten der Originalaufnahmen (bis 23 cm x 23 cm; s. Kap. 4.1) herzustellen und dabei auch eine optimale photographische Qualität – etwa durch Kontrastausgleich – zu gewährleisten. Zudem ist die Digital-Analog-„Rückumwandlung“ der Kriegsluftbilder angesichts der heutigen Möglichkeiten zur digitalen Luftbildanalyse kaum (mehr) zu vertreten. Vielmehr empfiehlt sich aus praktischen – und hier vor allem aus arbeitsorganisatorischen und wirtschaftlichen – Erwägungen der Einsatz der so genannten *softcopy photogrammetry*, d.h. der workstation- und/oder PC-basierten digitalen photogrammetrischen Bildauswertung. Hierzu müssen die folgenden technischen Voraussetzungen erfüllt sein:

### 1) Hardware:

- Workstation oder leistungsstarker PC mit höherer Speicherkapazität (1 – 2 Gigabyte) und stereofähiger Grafikkarte
- Monitor 20“ – 21“ und eine Bildwiederholfrequenz von mindestens 120 Hz
- 3-Tasten-Scroll-Maus
- als „Spezialkomponenten“:
  - Shutter-(LCD-) oder Anaglyphenbrille
  - Infrarot-Emitter zur Synchronisation von Grafikkarte, Bildschirm und Stereobrille

### 2) Software:

Sie muss grundsätzlich eine Verbesserung der Bildqualität ermöglichen und vor allem die grundlegenden Funktionen eines „klassischen“ Systems der analytischen Photogrammetrie erfüllen, d.h. auf der Grundlage des digitalen Bilddatensatzes muss für den jeweiligen Überdeckungsbereich aufeinander folgender Senkrechtluftbilder ein dreidimensionales Raummodell zu rekonstruieren sein, dessen Abbildungsgeometrie die realen Lage- und Höhenverhältnisse unverzerrt-fehlerfrei wiedergibt, so dass beliebige Geländeelemente in ihren Lage- und Höhenkoordinaten eingemessen und im Weiteren – gegebenenfalls mit Hilfe anderer Software – auch Flächenausdehnungen bzw. Volumina abgeleitet werden können.

Als **Standard-Arbeitsschritte** der Bildauswertung sind – weitestgehend unabhängig vom Software-Hersteller – zu nennen:

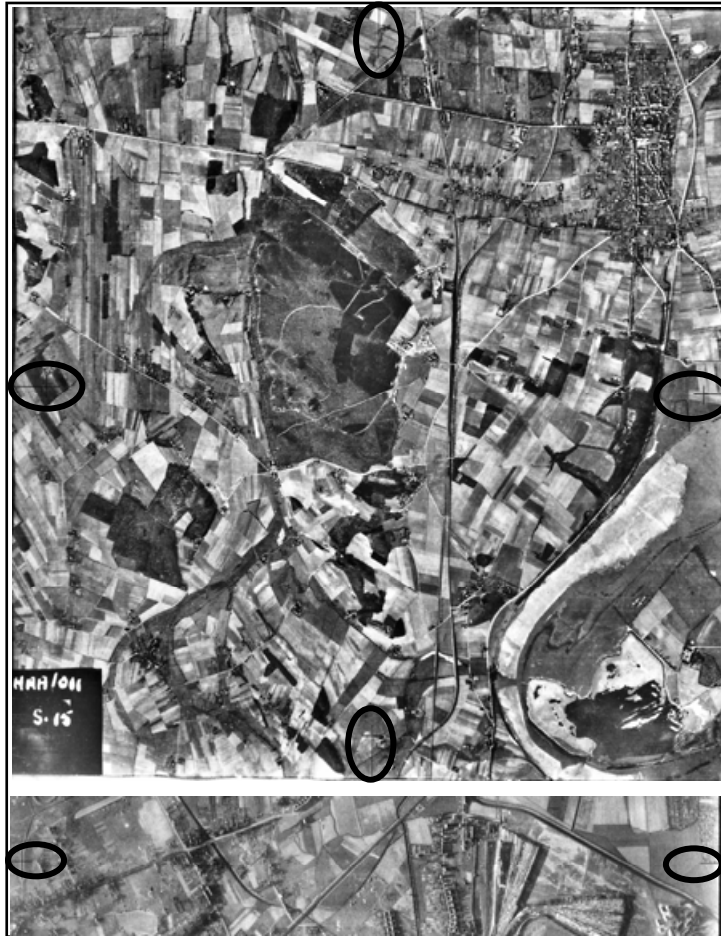
- Korrektur und Optimierung der Bildhelligkeit und des Bildkontrastes.
- Innere und Äußere Orientierung, also Rekonstruktion der bildspezifischen Geometrie zum Aufnahmezeitpunkt sowie der räumlichen Lage des Stereomodells über Bild- und entsprechende Geländepunkte (Pass- und Verknüpfungspunkte); vielfach kann bei den in der Bildsammlung NRW überlieferten Kriegsluftbildern die Innere Orientierung nicht hergestellt werden, weil die Rahmenmarken nicht oder nur teilweise abgebildet sind (s. *Abb. 8*); zudem sind auch die weiteren zur Orientierung notwendigen Aufnahmepara-

meter (Kammerkonstante, Flughöhe) nur näherungsweise bekannt; hier ist dann die Orientierung allein über die Pass- und Verknüpfungspunkte herzustellen.

- Stereo-Kartierung, d.h. mittels der Messmarke („Wandernde Marke“) Ausmessen des entzerrten, in einheitlichem Maßstab und korrekter koordinatengetreuer Raumlage rekonstruierten Bildmodells.
- Weiterverarbeitung der Messergebnisse – gegebenenfalls nach Übertragung in eine andere Softwareumgebung (z.B. GIS) – zu Karten, die den „Bestand“ der identifizierten Altanlagen, Altstandorte bzw. Bombentrichter und anderer Kriegseinwirkungen in ihrer Verbreitung und Ausdehnung (x-/y-Koordinaten) bzw. ihren Oberflächen-/Höhenverhältnissen (z-Koordinaten) wiedergeben.

Zwar ist ein erfolgreicher Einsatz der workstation- bzw. PC-basierten photogrammetrischen Bildauswertung, wie oben aufgezeigt, im Wesentlichen mit aktueller Standard-Hardware möglich und er erfordert nur wenig Spezial-Hardware. Diese spezielle Hardware verursacht allerdings ebenso zusätzliche Kosten wie – in deutlich höherem Maße – die notwendige Software. Hinzu kommt, dass der Bildauswerter, auch wenn die einschlägigen Softwarepakete zunehmend nutzerfreundlich geworden sind, über zumindest grundlegendes Fachwissen und angemessene Auswertungsroutine verfügen muss, um die verdachtsflächenrelevanten Bildinhalte nicht nur zuverlässig identifizieren, sondern auch kartieren zu können.

**Fazit: Im sachlich notwendigen Standard die Auswertung von Kriegsluftbildern selbst durchführen zu wollen, wird sich angesichts der unabdingbaren verfahrenstechnischen Anforderungen an Soft- und Hardware bzw. auch der personellen Voraussetzungen nur „rechnen“, wenn das sachlich-technische Instrumentarium und das Personal zumindest mittelfristig, besser langfristig tragfähig ausgelastet sind.**



**Abb. 8:** Beispiele für Rahmenmarken in Kriegsluftbildern

Im Bild oben sind alle vier Rahmenmarken komplett abgebildet. Vielfach sind in den duplizierten Bildern die Rahmenmarken allerdings nur angerissen und damit oft nur ansatzweise erkennbar (s. unterer Bildausschnitt), bzw. es wurden nicht alle vier Rahmenmarken erfasst, oder die Rahmenmarken können auch völlig fehlen. Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)

## 6 Zusammenfassung und Hinweise für die Auswertungspraxis

Um potenziell kontaminierte Flächen zu erfassen, sind Luftbilder eine der grundlegenden Informationsquellen und dementsprechend ein unverzichtbares Hilfsmittel bei der Bearbeitung von Altlast-Verdachtsflächen. Dies gilt in besonderem Maße, wenn es darum geht, die Nutzungsgeschichte eines Gebietes bzw. einer Liegenschaft bis in die Zeit des Zweiten Weltkriegs zurückzuverfolgen und dabei insbesondere auch mögliche zeitspezifische, d.h. durch Kriegseinwirkungen bedingte Kontaminationen zu lokalisieren (Kap. 2). Das dazu notwendige Luftbildmaterial stammt aus strategischen Aufklärungsflügen der alliierten Luftwaffe von 1939 bis 1945 und steht den zuständigen Behörden in Nordrhein-Westfalen seit den ausgehenden 1980er Jahren zur Verfügung.

Nach der Auflösung des bisherigen nordrhein-westfälischen Kriegsluftbilder-Archivs im Herbst 2005 ist die Bereitstellung des Bildbestandes modifiziert worden. Die zuvor ausschließlich in Form von (analogen) Papierabzügen erhältlichen Luftbilder sind nun als digitale Datensätze zugänglich; die bislang auf das zentrale Bildarchiv konzentrierte Recherche geeigneter Luftbilder kann nun „dezentral“ vor Ort durchgeführt werden. Der vorliegende Leitfaden stellt in Kapitel 3 den deutlich mehr als 250.000 Einzelluftbilder umfassenden Gesamtbestand vor und charakterisiert ihn nach erfassungssignifikanten Merkmalen wie die zeitliche und räumliche Verteilung des Bildmaterials sowie seine Zusammensetzung nach Aufnahmetypen oder -maßstäben (Kap. 3.1). Ferner wird aufgezeigt, wie die zuständigen Behörden „vor Ort“ Luftbilder projektbezogen über das neue DVD-basierte Suchsystem ermitteln, auswählen und bestellen können (Kap. 3.3).

Zwar haben frühere Leitfäden des Landes wiederholt die Methodik und Technik der Auswertung von Luftbildern zur Verdachtsflächen-Erfassung (einschließlich der notwendigen Geräteausstattung) behandelt; ebenso ist auch auf die zeit- und „situationsbedingten“ Besonderheiten von Kriegsluftbildern und deren Auswertung hingewiesen worden. Kapitel 4 und 5 fassen, vertieft und ergänzt durch die Anhänge III und IV, die wesentlichen Gesichtspunkte systematisch zusammen. Es wird aufgezeigt, wie – mit welchen Kameras und Kamerakonfigurationen bzw. unter welchen Flugbedingungen – die Bilder aufgenommen, wie sie aufbereitet und überliefert wurden (Kap. 4.1. und 4.2). Hieraus erklären sich die elementaren geometrischen und photographischen Bildeigenschaften (Kap. 4.3 und 4.4) sowie die Möglichkeiten der Bildauswertung, also der grundlegenden Identifizierung von Objekten/Sachverhalten (Kap. 5.1) und der Kartierung aufgabenrelevanter Gegebenheiten, wobei hier primär die aus der Bereitstellung digitaler Bilddatensätze resultierenden Rahmenbedingungen einer sachgerechten workstation- oder PC-basierten photogrammetrischen Stereobild-Kartierung (*soft photogrammetry*) skizziert werden (Kap. 5.2).

Sollen in der **Praxis der Verdachtsflächen-Erfassung** Kriegsluftbilder in Form digitaler Bilddatensätze – sei es behördenintern, sei es extern durch Fachbüros – ausgewertet werden, dann sind grundsätzlich die gleichen **Standards** einzuhalten und die gleichen **Voraussetzungen** zu erfüllen wie bei Verdachtsflächenkartierungen, bei denen allein mit „normalen“, d.h. für zivile Zwecke aufgenommenen Reihenmessbildern gearbeitet wird. Im Hinblick auf die Besonderheiten der Kriegsluftbilder bzw. des für NRW verfügbaren Bildbestandes bedürfen manche Aspekte allerdings einer besonderen Beachtung und Spezifikation.

Die **allgemeinen Rahmenbedingungen** der Bearbeitung eines Projektes zur Auswertung von Kriegsluftbildern entsprechen in der Regel den spätestens seit den 1990er Jahren (weitgehend) etablierten Standards und Empfehlungen, die Eingang gefunden haben in die

1. vom MURL NRW 1995 herausgegebenen „Anforderungen an Gutachter, Untersuchungsstellen und Gutachten bei der Altlastenbearbeitung“ (MESA: Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Bd. 11, insbesondere Kap. 3 und 4),
2. 1997 publizierte Nr. 9 der „Merkmale“ des Landesumweltamtes NRW („Anforderungen an Sachverständige bei der Bearbeitung von Altlasten“, hier speziell Teilgebiet I „Durchführung und Beurteilung von standortbezogenen Erhebungen (historische Recherchen)“).

Die grundlegenden **spezifischen Standards**, Voraussetzungen und Anforderungen, die in einem Projekt mit der Auswertung von Kriegsluftbildern berücksichtigt werden sollen/müssen, sind in Anhang V zusammengefasst. Allerdings sollte in diesem Zusammenhang beachtet werden, dass es kaum möglich (und fachlich-sachlich auch nicht sinnvoll) ist, hier eine generell anwendbare „Checkliste“ anzubieten. Vielmehr müssen in jedem Erfassungsprojekt die fallspezifischen Hintergründe und Rahmenbedingungen angemessen in Betracht gezogen und dementsprechend auch die Voraussetzungen und Anforderungen für die (interne oder externe) Projektrealisierung ausgearbeitet und festgelegt werden. Um hier die mögliche „Einordnung“ und „Gewichtung“ zu verdeutlichen, sind in der Zusammenstellung von Anhang V allerdings auch – soweit notwendig und zielführend – generelle, aus früheren Leitfäden bekannte allgemeine Aspekte angesprochen. Mit anderen Worten:

**Die Hinweise zur Auswertungspraxis des Anhangs V sollten als im Einzelfall zu modifizierende Anregungen und Empfehlungen aufgefasst werden; sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder gar „generelle“ Anwendbarkeit.**

# Anhänge

## Anhang I

### I.1 Fachveröffentlichungen des Landes zur Verdachtsflächen-Erfassung

Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen, die den Einsatz von Luftbildern bei der Verdachtsflächen-Erfassung beschreiben und bewerten. Nachfolgend werden ausschließlich die einschlägigen Leitfäden des Landes Nordrhein-Westfalen aufgeführt, die seit ausgangs der 1980er Jahre erschienen und den zuständigen Behörden kostenlos zur Verfügung gestellt worden sind. *Tabelle 4* fasst sie in der Reihenfolge ihres Erscheinens zusammen.

**Tab. 4:** Leitfäden des Landes Nordrhein-Westfalen zur Erfassung von Altlast-Verdachtsflächen

Nr.	Hrsg.	Titel	Reihe	Bibliograph. Daten	Luftbild-Kapitel
1	MURL NRW	Die Verwendung von Karten und Luftbildern bei der Ermittlung von Altlasten	---	Düsseldorf 1987, 124 S. 7 Anhänge, 11 Karten	Kap. 3.2, S. 22 – 33 + Kap. 4.2. S. 105 – 115
2	MURL NRW	Hinweise für die einzelfallbezogene Erfassung von Verdachtsflächen rüstungs- und kriegsbedingter Altlasten	MESA Bd. 9	Düsseldorf 1994, 396 S. 7 Karten	Kap. 2.3.4, S. 64 – 90
3	MURL NRW	Erhebungen über Altlast-Verdachtsflächen auf militärischen Liegenschaften	MALBO Bd. 1	Düsseldorf 1997, 149 S. 13 Karten	Kap. 2.2.1 S. 56 – 62
4	LUA NRW	Arbeitshilfe für flächen-deckende Erhebungen über Altstandorte und Altab-lagerungen	MALBO Bd. 15	Essen 2001 295 S., CD-ROM	Kap. II.2.4.2.4 S. 71 – 73 + Kap. III.1.7 S. 134 – 150
5	LUA NRW	Kriegsbedingte Kontaminationsanteile auf altlastverdächtigen Altstandorten. Ein praxisbezogener Erfassungsansatz bei Standort-recherchen	MALBO Bd. 18	Essen 2004 Internet: <a href="http://www.lua.nrw.de">www.lua.nrw.de</a>	Kap. III.3 S. 79 – 105
6	LUA NRW	Altlasten in NRW	CD-ROM	Essen 2005 Testversion	Multitemporale Kartierung
<b>Abkürzungen:</b>					
MESA		<i>Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten</i>			
MALBO		<i>Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz</i>			



Alle Leitfäden des Landes gehen in den in der letzten Spalte der Tabelle genannten Kapiteln auf den Einsatz von Luftbildern bei der Verdachtsflächen-Erfassung ein. Generell behandeln sie je nach spezieller Aufgabenstellung und Zielsetzung mehr oder weniger ausführlich:

- die Ansätze und Vorgehensweisen, wie das für eine systematische multi-temporale Erfassung/Kartierung kontaminationsverdächtiger Bereiche relevante Luftbildmaterial ermittelt und beschafft werden kann,
- die Aufnahme von Luftbildern, insbesondere von Reihenbildern, sowie deren grundlegende photographische und geometrische Eigenschaften,
- die technisch-apparativen Voraussetzungen für eine sachgerechte analoge, auch stereoskopisch-dreidimensionale Bildauswertung sowie die aufgabenbezogene Kartierung der verdachtsflächensignifikanten Bereiche,
- die Möglichkeiten und Grenzen der zuverlässigen Identifizierung altlastrelevanter Sachverhalte im zwei- sowie vor allem im dreidimensionalen Luftbildmodell,
- die normalerweise durch die Luftbildauswertung zu erzielenden Erkenntnisse über kontaminationsverdächtige Bereiche, so deren zwei-/dreidimensionale Erstreckung und Sachzuordnung (Grobklassifizierung Alttablagerung / Altstandort / Altstandortkategorie / Kriegsfolgewirkungen).

Durchgehend werden in den genannten Leitfäden auch die hier im Vordergrund stehenden Luftbilder aus den Aufklärungsflügen der Alliierten angesprochen. Dabei ist zu beachten, dass im Leitfaden Nr. 1 zwar zwei Karten dokumentieren, welche Gebiete des Landes durch „Luftbildaufnahmen der Alliierten April – Oktober 1945, Hochbefliegung“ (Karte 5) sowie durch „Britische Luftaufnahmen 1946 – 1955“ (Karte 6) abgedeckt sind. Zum Kernbestand der alliierten Kriegsluftbilder gibt es jedoch (bedingt durch den damals noch unzureichend-lückenhaften Stand der Erschließungsarbeiten) nur ein Beiblatt, in dem dargelegt wird, wie das in Großbritannien überlieferte Bildmaterial für Zwecke der Verdachtsflächenerkundung in NRW bereitgestellt werden soll.

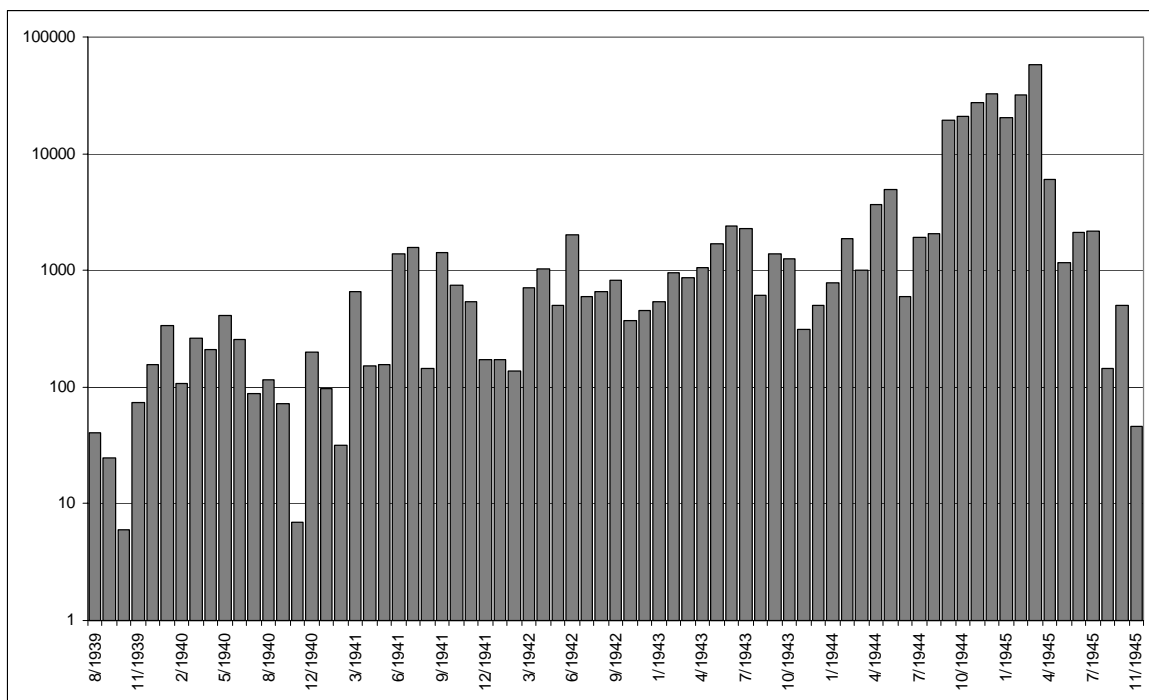
Grundlegende und systematische Ausführungen über die Zugänglichkeit der Kriegsluftbilder, ihre spezifischen Qualitätsmerkmale und die daraus resultierenden Anforderungen an die Auswertung sowie ihr Einsatzpotenzial für die Verdachtsflächen-Kartierung finden sich dann allerdings in den Leitfäden Nr. 2 und Nr. 5. Auf diese Ausführungen sei im vorliegenden Kurzleitfaden verwiesen.

## Anhang II

### II.1 Zur zeitlichen Verteilung der Kriegsluftbilder

In der Häufigkeitsverteilung der Luftbilder spiegelt sich, wie nicht weiter erläutert werden muss, zum einen der jahreszeitliche Wechsel der Witterungsverhältnisse wider. Zum anderen spielt der Kriegsverlauf eine wesentliche Rolle. So gibt es nur wenige Aufnahmen aus den ersten Kriegsmonaten oder auch aus dem Zeitraum der Luftschlacht um England (*Battle of Britain*) im Sommer und Frühherbst 1940. Mit der wachsenden Luftüberlegenheit der alliierten Streitkräfte gegen Ende 1944 ist dann allerdings eine sprunghafte Zunahme der Aufnahmetätigkeit zu verzeichnen, insbesondere auch im Zusammenhang mit den verschiedenen „gezielten“ Offensiven des *Bomber Command*, hier unter anderem mit

- der *Battle of the Ruhr* (ab März 1944),
- der verstärkten Flächenbombardierung der Städte und den gezielten Angriffen auf Treibstoff-/Hydrierwerke (*Thunderclap* und *Oil Campaign*, beide ab Herbst 1944),
- den systematischen Angriffen zur Zerstörung der Verkehrsverbindungen (*Clarion*, Februar 1945).



**Abb. 9:** Übersicht über die zeitliche Verteilung der alliierten Kriegsluftbilder von NRW nach Monaten. Ordinate: Anzahl der Bilder (logarithmisch skaliert), Abszisse: Monate (nach BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank)

## II.2 Zur räumlichen Verteilung der Kriegsluftbilder

Die nachfolgende statistische Übersicht über die räumliche Verteilung des Gesamtbestandes der Kriegsluftbilder von NRW basiert auf einer Auswertung der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank. Mit Hilfe des Geographischen Informationssystems ArcGIS 9.0 wurden die einzelnen Luftbilder nach den Gauß-Krüger-Koordinaten ihrer Mittelpunkte (s. *Bompic-03-2006.mdb*) auf der Grundlage einer entsprechenden Karte der Verwaltungsgrenzen (Landesvermessungsamt NRW) den kreisfreien Städten bzw. Kreisen zugeordnet. [Hinweis: Fragt man die Anzahl der Bilder pro Verwaltungseinheit (Gemeinden) in der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank ab, können sich Bestandszahlen ergeben, die von der hier zusammengestellten Übersicht leicht abweichen, da die BOMPIC Datenbank nicht auf die tatsächlichen Gemeindegrenzen zurückgreift, sondern auf deren Eingrenzung durch umgebende Rechtecke (*bounding boxes*), d.h. schematische, durch die Maximalerstreckungen der Gemeindeflächen in Nord-Süd- und West-Ost-Richtung festgelegte Rechtecke.]

**Tab. 5:** Räumliche Aufteilung des Luftbildbestandes „Kriegsluftbilder NRW“ nach kreisfreien Städten und Kreisen (nach BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank)

Kreisfreie Stadt (S) Kreis (K)	Anzahl Bilder	Kreisfreie Stadt (S) Kreis (K)	Anzahl Bilder
Aachen (K)	2778	Krefeld (S)	2579
Aachen (S)	1511	Leverkusen (S)	1027
Bielefeld (S)	2235	Lippe (K)	2459
Bochum (S)	2858	Märkischer Kreis (K)	2742
Bonn (S)	2201	Mettmann (K)	3392
Borken (K)	8558	Minden-Lübbecke (K)	4007
Bottrop (S)	2138	Mönchengladbach (S)	3487
Coesfeld (K)	4980	Mülheim a. d. R. (S)	2337
Dortmund (S)	4474	Münster (S)	4676
Duisburg (S)	10233	Neuss (K)	5694
Düren (K)	9345	Oberbergischer Kreis (K)	2752
Düsseldorf (S)	5474	Oberhausen (S)	3070
Ennepe-Ruhr (K)	2903	Olpe (K)	1232
Erftkreis (K)	7283	Paderborn (K)	3993
Essen (S)	6288	Recklinghausen (K)	9032
Euskirchen (K)	4294	Remscheid (S)	559
Gelsenkirchen (S)	3434	Rheinisch-Bergischer Kreis (K)	2575
Gütersloh (K)	3272	Rhein-Sieg-Kreis (K)	8129
Hagen (S)	1399	Siegen-Wittgenstein (K)	2317
Hamm (S)	2798	Soest (K)	6786
Heinsberg (K)	4035	Solingen (S)	1007
Herford (K)	2116	Steinfurt (K)	10344
Herne (S)	1081	Unna (K)	3659
Hochsauerlandkreis (K)	5192	Viersen (K)	3754
Höxter (K)	1351	Warendorf (K)	5512
Kleve (K)	22519	Wesel (K)	23650
Köln (S)	11448	Wuppertal (S)	1670

Die Auswertung der Übersicht zeigt, dass der Bildbestand zwar Aufnahmen aus allen Kreisen und kreisfreien Städten des Landes umfasst, dass diese sich allerdings sehr unterschiedlich verteilen. Die – mit mehr als 10.000 Luftbildern – höchsten Bestandszahlen haben die Städte Köln und Duisburg sowie die Kreise Wesel, Kleve und Steinfurt. Die – mit weniger als 2.000 Bildern – niedrigsten Bestände verzeichnen die Kreise Olpe und Höxter sowie neun Städte, darunter Remscheid oder Solingen, aber auch Städte wie Aachen oder Leverkusen, Wuppertal oder Herne. Für weitere 14 der insgesamt 54 Kreise und kreisfreien Städte sind bis zu 3.000 Bilder überliefert; ansonsten stehen durchgehend umfassendere Bildbestände zur Verfügung. Dabei zeichnet sich ab, wie vor allem bei Berücksichtigung nicht nur der absoluten Bestandszahlen, sondern eines relativen „Vergleichswertes“, nämlich der Anzahl von Luftbildern/qkm deutlich wird (s. *Abb. 2*), dass grundsätzlich die Wahrscheinlichkeit einer – auch zeitlich umfassenderen – Luftbild-Dokumentation der Kriegszeit bei Städten, insbesondere denen an Rhein und Ruhr, deutlich größer ist als bei ländlichen Räumen, wo zudem ein deutliches „Ausdünnen“ der Bestände von Nordwesten und Westen nach Osten und Südosten festzustellen ist.

### II.3 Zur Bestandsaufgliederung nach Aufnahmemaßstäben

Grundsätzlich muss bei der Analyse des Kriegsluftbild-Bestandes nach Aufnahmemaßstäben beachtet werden, dass die entsprechenden Angaben in der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank – sofern vorhanden bzw. in der angegebenen Größenordnung plausibel – durchgehend nur Näherungswerte darstellen oder verschiedentlich auch schlicht falsch sein können. Die möglichen Ursachen für diese Daten-Ungenauigkeit sind im Anhang III.4.2 erläutert.

Dennoch dürften die in *Tabelle 6* zusammengestellten Maßstabsangaben, wie auch andere Quellen belegen (z.B. STANLEY, s. auch nachfolgend Anhang III.1), ein insgesamt durchaus zutreffendes Bild der Maßstabsverteilung vermitteln. Sie zeigt, dass es nur vergleichsweise wenige sehr großmaßstäbige ( $M > 1:5.000$ ) bzw. sehr kleinmaßstäbige ( $M < 1:30.000$ ) Aufnahmen gibt; ebenso sind kleine Maßstäbe ( $M$  zwischen  $1:15.000$  und  $1:20.000$ ) relativ selten. So setzt sich das Gros des Bestandes aus Bildern in großen ( $M$  zwischen  $1:5.000$  und  $1:10.000$ ) sowie mittleren Maßstäben ( $M$  zwischen  $1:10.000$  und  $1:15.000$ ) zusammen.

**Tab. 6:** Der Luftbildbestand „Alliierte Kriegsluftbilder NRW“ nach Aufnahmemaßstäben (nach BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank)

Maßstabsbereich	Anzahl abs.	Anzahl v. H.
>1:5.000	2.577	0,9
1:5.000 - >1:10.000	142.418	52,5
1:10.000 - >1:15.000	76.334	28,1
1:15.000 - >1:20.000	29.468	10,9
1:20.000 - >1:30.000	9.971	3,7
<1:30.000	4.500	1,7
nicht ausgewiesen/nicht plausibel	5.929	2,2
Gesamtbestand	271.197	100,0

## II.4 Zur Lokalisierungshilfe „TK25-Blätter der Kriegsjahre“

Die auf der DVD als Hilfe für die Lokalisierung der Luftbilder bereitgestellten Blätter der amtlichen Topographischen Karte 1:25.000 sind ganz überwiegend auf dem **Berichtungsstand** der Jahre 1936 – 1945. Dies gilt auch für die bis eingangs der 1950er Jahre erschienenen Karten: Es sind dies nahezu durchgehend Nachdrucke der zuletzt in den letzten Vorkriegs- bzw. den frühen Nachkriegsjahren mit Berichtigungen fortgeführten Blattausgaben; in den ersten Nachkriegsjahren haben diese Ausgaben bestenfalls redaktionelle Änderungen erfahren. Weniger als ein Zehntel der über 300 TK25-Blätter, die das Landesgebiet von Nordrhein-Westfalen abdecken, datieren aus der Zeit vor 1935 bzw. nach 1952. Diese Blätter sind mit ihrer Blattnummer sowie der (abgekürzten) Jahreszahl des jeweiligen Berichtigungsstandes in *Tabelle 7* zusammengefasst.

Bei der **Benutzung** der in den Kriegsjahren fortgeführten **Kartenausgaben** ist zu berücksichtigen, dass in Umsetzung der Musterblatt-Neufassung von 1939 und einer Verordnung des Reichsamtes für Landesaufnahme vom Februar 1940 Anlagen mit „auffälligen“ Grundrissformen (so etwa Gasometer, Tanklager u.ä., gelegentlich allerdings auch größere Gleisanlagen) in den Karten entweder ganz weggelassen oder aber „unverfänglich“, d.h. in einer der Umgebung angepassten Grundrissform (bei runden Objekten mit meistens rechteckigem oder quadratischem Grundriss) wiedergegeben worden sind. Auch wenn diese verfälschende Objektdarstellung nicht konsequent und durchgehend umgesetzt wurde, sollte sie bei dem Versuch, ein Luftbild über augenfällig-bildsichtbare Objekte als „Landmarken“ räumlich einzuordnen und genauer zu lokalisieren, grundsätzlich bedacht werden.

**Tab. 7:** TK25-Ausgaben mit Berichtigungsstand vor 1935 und nach 1952 in der Suchhilfe „TK25 der Kriegsjahre“

<b>Fortführung durch Berichtigung</b>		
<b>jeweils: Blattnummer/Jahr der Berichtigung (19xx)</b>		
<b>vor 1935</b>		
3515/25	4915/29	5311/28
4616/27	5011/28	5312/27
4618/19	5115/27	5313/27
4619/08	5211/28	
<b>ab 1952</b>		
3818/54	4714/54	4914/54
3819/53	4804/52	5007/53
4214/58	4816/52	5101/53
4602/53	4817/52	5407/53
4610/53	4910/53	5605/54
4617/52	4913/52	

## Anhang III

### III.1 Literatur und Quellen über alliierte Kriegsluftbilder

Die zur Verdachtsflächen-Erfassung in NRW verfügbaren Luftbilder stammen ganz überwiegend aus Flügen britischer Aufklärungseinheiten (*Royal Air Force*, RAF, *Photographic Reconnaissance Units*, PRU). Daher werden nachfolgend in der Hauptsache die technischen und – soweit für die Bildauswertung relevant – die organisatorischen Gegebenheiten der Luftaufklärung bei der RAF dargestellt und die entsprechenden Rahmenbedingungen bei den Aufklärungsflügen der *US Air Force* (USAF) nur am Rande erwähnt. Zudem konzentrieren sich die Ausführungen auf jene Aspekte der Bildflüge, die wichtig sind für das Verständnis sowie die Einschätzung der Eigenschaften und Qualität der Kriegsluftbilder und damit auch ihrer Auswertbarkeit zur Verdachtsflächen-Erfassung.

Umfassendere **Darstellungen** bieten die folgenden Buchpublikationen:

- KEEN, P. F.: "Eyes of the Eighth". A Story of the 7<sup>th</sup> Photographic Reconnaissance Group 1942-1945. o. O. 1996
- LEAF, E.: Above All Unseen. The Royal Airforce's Photographic Reconnaissance Units 1939 – 1945. Yeoville 1997
- STANLEY, R. M.: World War II Photo Intelligence. New York/London 1981

Als weitere (grundlegende) **Informationsquelle** wurde ein unveröffentlichter, umfangreicher Aktenbestand (AIR 41/6) über die Entwicklung der britischen Luftaufklärung, insbesondere die organisatorischen Strukturen, Befehls- und Verfahrenswege sowie die technische Ausstattung, in den britischen *National Archives* (vor 2003: *Public Record Office*, PRO), London/Kew, herangezogen.

### III.2 Luftbildaufnahme und Bildaufbereitung

#### III.2.1 Kameras

In den ersten Kriegsjahren standen den Aufklärungseinheiten der RAF nur zwei Kamerateypen zur Verfügung (vgl. auch Übersicht in *Tab. 8*): die **F.8**, die als Messkamera primär für die Aufnahme von Reihenmessbildern zur Herstellung bzw. Aktualisierung von Karten und zur Anfertigung von Betriebs- und Anlagenplänen durch die *Central Interpretation Unit* (C.I.U.) eingesetzt wurde, und die **F.24**, eine für strategische Aufklärungsflüge entwickelte Mehrzweckkamera. Ab Dezember 1941 kam dann die **F.52** hinzu und schließlich ab Mai 1944 als modifizierte F.52-Variante die **F.63**, die dank der Kompensation bildwanderungsbedingter Bewegungsunschärfen mit Objektiven großer Brennweiten für großmaßstäbliche Aufnahmen aus niedrigen Flughöhen benutzt wurde.

Außerdem haben die RAF-Aufklärungseinheiten nach dem Kriegseintritt der USA auch US-amerikanische Kameras verwendet, und zwar besonders in Reihenmess-

flügen zur Aufnahme von Bildern für Kartierzwecke die **K17** (überwiegend mit einem 152 mm-Objektiv) und die **K8AB** (überwiegend mit einem 305 mm-Objektiv).

**Tab. 8:** Kameratypen der alliierten Luftaufklärung

Kameratypen der Luftaufklärung			
Bezeichnung	Objektive Brennweiten (inches/mm*)	Anzahl der Bilder	Film-/Bild- format(e) (cm*)
RAF: F.8 II + III Messkamera	20 = 508 36 = 914 40 = 1016	250	18 x 23
RAF: F.24 Mehrzweck- kamera	5 = 127 8 = 203 14 = 356 20 = 508	125 250	13 x 13
RAF: F.52 Aufklärungs- kamera	14 = 356 20 = 508 36 = 914	250 500	18 x 23
RAF: F.63 Aufklärungs- kamera	wie F.52	wie F.52	wie F.52
USAF: K-Serie insbesondere: K8AB K17	12 = 305 6 = 152	bis zu 500	13 x 18 23 x 23
*) mm-/cm-Werte gerundet			

Die Bildwinkel der Aufnahmen waren im Vergleich zu heutigen Luftbildkameras relativ klein; sie lagen überwiegend in den für Schmal- bzw. Normalwinkelkameras typischen Größenordnungen um 20°-25° und rund 50°.

### III.2.2 Kamerakonfigurationen

Anders als bei „Standard“-Bildflügen für zivile Zwecke wurden bei den Aufklärungsflügen in der Regel mehrere Kameras eingesetzt (ausgenommen: Reihenschussflüge für Kartierzwecke) und es gab unterschiedliche Kamerakonfigurationen. Diese waren vor allem vom eingesetzten **Bildflugzeug**, hauptsächlich modifizierte *Spitfire* und *Mosquito* (letztere ab Anfang 1942) sowie deren verschiedene *photo reconnaissance*(PR)-Typen, abhängig.

*Tabelle 9* gibt einen Überblick über die bei den RAF-Aufklärungseinheiten gängigen **Kamerakonfigurationen** (wobei angesichts der in NRW verfügbaren Kriegsluftbilder allein die Einbauvarianten für Senkrecht-Aufnahmen berücksichtigt werden). Im Hinblick auf spezifische, auswertungsrelevante Bildmerkmale sind die beiden folgenden Gesichtspunkte hervorzuheben:



1. Die Kameras für Senkrecht-Aufnahmen waren nicht nur, wie bei Zivilflügen, im Flugzeugrumpf montiert, sondern zumindest in den frühen PR-Spitfire-Typen auch in Behältern unter den Tragflächen.
2. Neben Senkrecht-Aufnahmen mit nur einer Kamera (s. dazu Leitfaden Nr. 1, S. 27) wurde, wie bereits in Kap. 3.1 erwähnt, der wohl größte Teil der Bildflüge mit einer *split vertical*-Kamerakonstellation durchgeführt: Sie umfasst zwei simultan arbeitende Kameras. Deren Aufnahmeachsen sind mit Neigungen zwischen  $> 5^\circ$  und bis zu  $10^\circ$  divergierend nach außen gerichtet. Die beiden jeweils gleichzeitig aufgenommenen Bilder überlappen im Nadirbereich um ca. 10 %, und im Bildstreifenverlauf wird in der Regel eine Längsüberdeckung von (wenigstens) 60 % erreicht (s. *Abb. 10* und *11*).

**Tab. 9:** Kamerakonfigurationen der alliierten Luftaufklärung  
(nach Leaf, Stanley und PRO-Aktenbestand AIR 41/6)

Flugzeug	Typ	Kamera(s)	„Standard“- Brenn- weite(n) mm	Anordnungen
Spitfire	PR 1A	1 x F.24	127	Senkrecht beide Tragflächen
Spitfire	PR 1B	1 x F.24	203	Senkrecht beide Tragflächen
Spitfire	PR 1C	1 x F.24	203	<i>split</i> – Steuerbord- Tragfläche
		1 x F.8 od. F.24	508	Senkrecht beide Tragflächen
Spitfire	PR1D	1 x F.8 od. 1 x F.24	508 356	beide: <i>split</i> – Rumpf
Spitfire	PR 1F	1 x F.8	508	Senkrecht Rumpf
Spitfire	PR 1G	1 x F.24 1 x F.24	127 356	beide: Senkrecht Rumpf
Spitfire	PR IV	wie 1D wie 1D	wie 1D	wie 1D
		F.52	914	Senkrecht Rumpf
Spitfire	PR IX/X/ XI/XIV	F.24 F.8 od. F.52 F.52	508 508 914	jeweils: <i>split</i> – Rumpf
DeHavilland Mosquito	PR I/II/ VI/IX/XVI	F.8 F.52 F.24	508 914 356	jeweils: <i>split</i> – Rumpf
DeHavilland Mosquito	PR 34	F.52	356 od. 508 od. 914	<i>split</i> – Rumpf
DeHavilland Mosquito	Messflug	1 x K17 od. 1 x K8AB 1 x F.24	406 305 203 od. 356	Senkrecht Rumpf



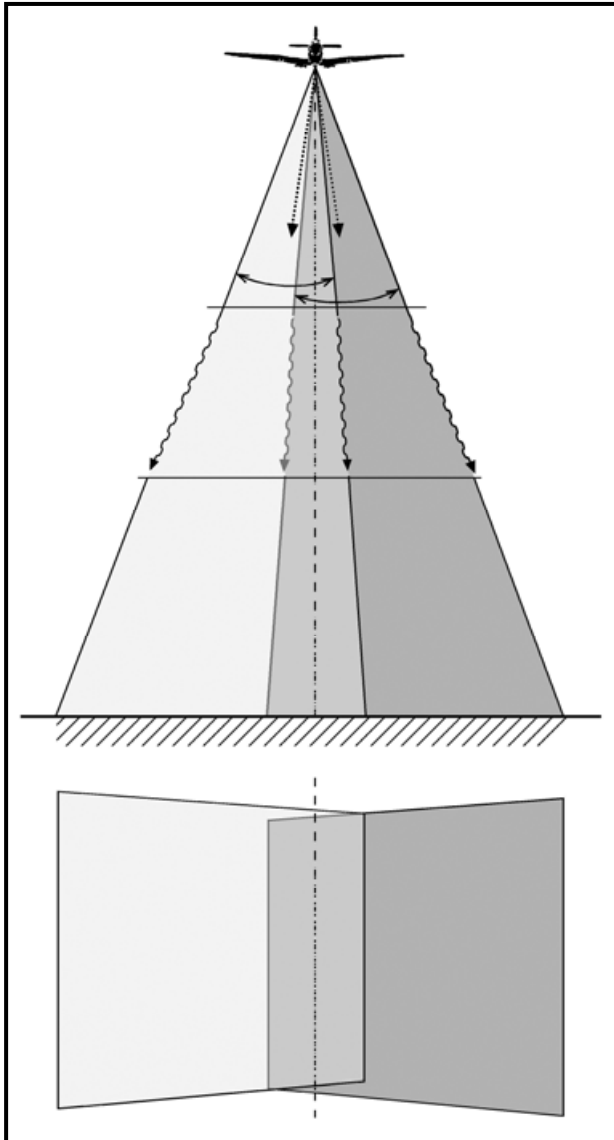
**Abb. 10:** Luftbild-Mosaik aus einem *split vertical*-Aufnahmestreifen

Um einen möglichst plastisch-anschaulichen Eindruck zu erzielen, ist das Bildmosaik nicht eingependelt, sondern (grob) „ingesüdet“. Im oberen Teil (= Süden) ist der Rhein-Herne-Kanal mit zwei Hafenbecken zu erkennen. Bei dem Industriekomplex (im Bild rechts) handelt es sich um die Anlagen des Kohlehydrierwerks der Gelsenberg Benzin AG mit der Steinkohlenzeche Nordstern III in Gelsenkirchen-Buer (s. dazu auch *Abb. 18* und *19*); südwestlich davon ist die Trabrennbahn zu erkennen; die Nordost-Ecke schneidet ein Flugplatzgelände an.

Die Flugrichtung war Nord-Süd (s. Richtungspfeile auf den Bildrandleisten der Bilder), Aufnahme datum der 13. September 1944; die beiden Kameras hatten 36 *inch*-Brennweiten. Die Einzelbilder des Mosaiks aus je drei geometrisch nicht korrigierten Backbord- und Steuerbord-Bildern (3024 – 3026 bzw. 4024 - 4026) sind durch Rahmen markiert, um die Längsüberdeckung in Flugrichtung und die *split vertical*-typische „Querüberdeckung“ im Nadirbereich der Flugtrasse zu verdeutlichen.

Zugleich vermittelt das Bild einen Eindruck der aus den verschiedenen Flugzeugbewegungen resultierenden Verzerrungen (s. dazu im Einzelnen *Abb. 16*).

Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)



**Abb. 11:** Aufnahmeconfiguration divergenter Senkrechtaufnahmen (*split verticals*)

Aus der quadratischen Aufnahmefläche des tatsächlichen Senkrechtaufbildes wird bei den *split verticals* ein jeweils trapezförmiges Areal – mit gleitender Abnahme des Maßstabs (grob) senkrecht zur Fluglinie und entsprechenden Punktverlagerungen (s. vorangehend auch Abb. 10).

### III.2.3 Flughöhen

Wie in Kapitel 3 dargelegt, enthält die BOMPIC Datenbank der Kriegsluftbilder von Nordrhein-Westfalen auch Angaben zu den Aufnahmehöhen. Wie allerdings die Zuverlässigkeit dieser Angaben einzuschätzen ist, wird im Zusammenhang mit der Darstellung der geometrischen Merkmale von Kriegsluftbildern zu erörtern sein (vgl. nachfolgend vor allem III.4.3). Hier kann als Ergebnis der BOMPIC Datenbank-Auswertung zunächst festgehalten werden: Fast zwei Drittel der überlieferten Luftbilder sind aus Flughöhen zwischen etwa 4.000 m bis < 8.000 m aufgenommen worden und ein Drittel aus Flughöhen bis 12.000 m; Bilder aus niedrigeren Aufnahmehöhen machen (mit weniger als 3 %) nur einen Bruchteil des Gesamtbestandes aus (s. Tab. 10).

**Tab. 10:** Kriegsluftbilder NRW nach Aufnahmehöhen  
(nach BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank)

Aufnahmehöhe in m (gerundet)	Anzahl der Bilder	Anteil der Bilder v.H.
< 4.000	7.500	2,8
4000 - < 8.000	171.163	63,1
8.000 - <12.000	90.548	33,4
>12.000	524	0,2
keine od. nicht plausible Angaben	1.462	0,5
gesamt	271.197	100,0

Im Kern untermauern die vorgenannten Zahlen den (auch in den unter III.1 genannten Quellen ausgeführten) Grundtatbestand, dass ein Großteil der Aufklärungsflüge in vergleichsweise großen Dienstgipfelhöhen durchgeführt wurde, um Flakfeuer bzw. Abfangjägern auszuweichen. Folgt man der Literatur, so lagen die Aufnahmehöhen bis 1942 aus flug- und aufnahmetechnischen Gründen meistens etwas niedriger, nämlich zwischen etwa 6.500 m und 7.000 m, in den Folgejahren 1943/44 dann deutlich höher (zwischen 10.000 m und 12.000 m) und 1945 dann meistens wieder niedriger (um etwa 7.000 m – 8.000 m).

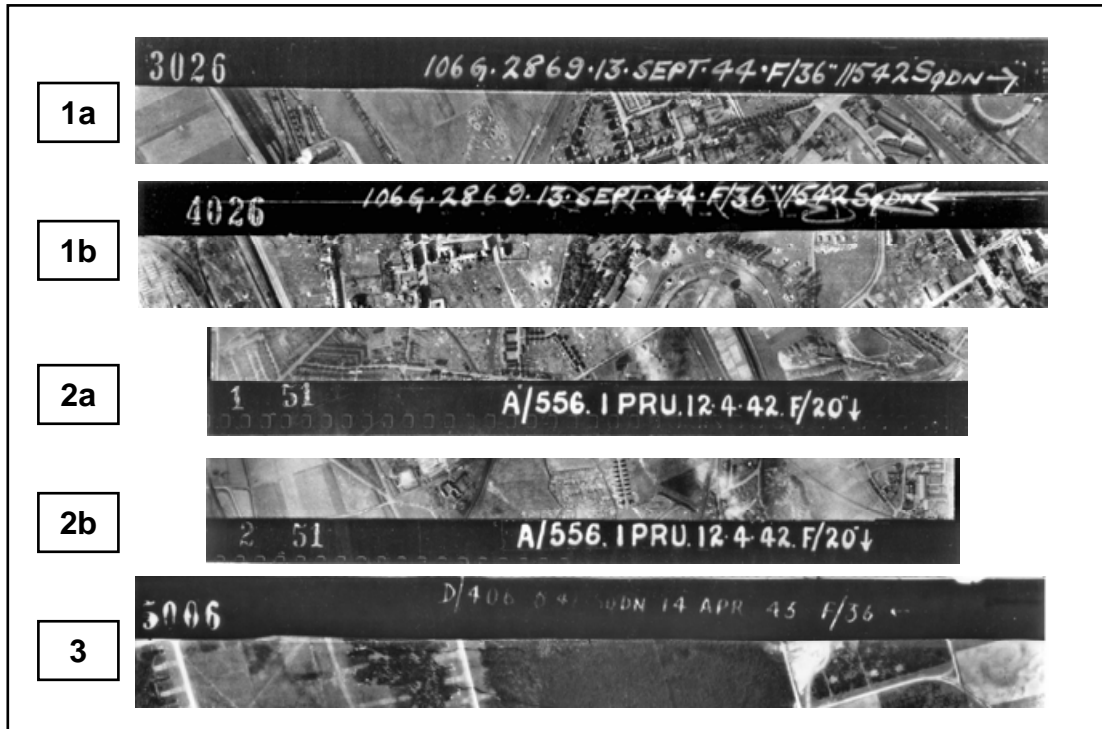
Die Auswirkungen der insgesamt doch beträchtlichen Aufnahmehöhen auf Eigenschaften des überlieferten Bildmaterials wie den Bildmaßstab, das Ausmaß der geometrischen Abbildungsgenauigkeit und die photographische Bildqualität sind im Zusammenhang mit den geometrischen und photographischen Spezifika der Kriegsluftbilder anzusprechen (vgl. Kap. 4.3 und 4.4). Hier sei allerdings darauf hingewiesen, dass sie erheblich sein können und dass sie dies bei vielen Bildern de facto auch sind.

### **III.2.4 Bildaufbereitung**

Damit die Luftbilder möglichst schnell für die Auswertung bereitgestellt werden konnten, gab es bei der alliierten Luftaufklärung keine zentrale, sondern durchgehend eine dezentrale Bildaufbereitung: Nach der Landung der Bildflugzeuge wurden die Filme normalerweise direkt „vor Ort“, d.h. im Photolabor des Staffel-Fliegerhorstes, entwickelt, gewässert und getrocknet, ferner wurden sie mit **Randleisten-Annotationen** versehen (s. dazu *Tab. 11* und *Abb.12*); weiter wurden – gemäß unterschiedlichen Verteilern – Duplikat-Negative sowie vor allem Kontaktkopien hergestellt. Anfänglich erfolgte die Aufbereitung in den Einzelschritten überwiegend, ja ausschließlich manuell, später zunehmend automatisch.

In der Regel standen die Aufbereitung der Filme und die Herstellung von Duplikat-Negativen bzw. Kontaktkopien unter hohem Zeitdruck (den Auswertungseinheiten sollten die Bilder innerhalb von drei Stunden nach Landung des Aufklärers vorlie-

gen). Daher konnten die im „Normalbetrieb“ üblichen technischen Rahmenbedingungen (Entwicklungszeit, Fixierungs- und Wässerungsdauer, Trocknungszeiten) häufig nur mit – manchmal empfindlichen – Einschränkungen eingehalten werden; dass dies entsprechende Konsequenzen für die photographische Qualität der Original-Luftbilder und auch deren Haltbarkeit hatte, muss nicht ausführlicher erläutert werden.



**Abb. 12:** Beispiele unterschiedlicher Bildrand-Annotationen

Von links nach rechts: Bildnummer des Originals (alle Beispiele), Kennziffer der Flugmission (alle Beispiele), Aufklärer-Einheit (bei 1a+b nach Datum), Aufnahmedatum, Brennweite (*inches*), Pfeilanzeige der Flugrichtung.

Beispiele 1a+b sowie 2a+b: *split verticals*; die Nummerierung kennzeichnet jeweils die Backbord- bzw. Steuerbordaufnahme.

Beispiel 3: Senkrecht-Reihenmessbild; illustriert zugleich die oft stark eingeschränkte Lesbarkeit der Kennzeichnung.

Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)

**Tab. 11:** Kennzeichnung der Kriegsluftbilder durch Bildrand-Annotationen

<b>Kennzeichnung der Luftbilder</b>
<p><b>Vorbemerkung:</b></p> <p>Um eine eindeutige Zu-/Einordnung der einzelnen Luftbilder zu gewährleisten, sind sie durchgehend gekennzeichnet worden (<i>titling</i>, vgl. dazu auch <i>Abbildung 12</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allerdings ist diese Kennzeichnung durch Randannotationen wiederholt bei der Duplizierung auf Rollfilm gar nicht, nur in Teilen oder eingeschränkt lesbar aufgenommen worden.</li> <li>• Nach Art und Umfang/Inhalten sowie in der Reihenfolge der Einzelangaben sind die Bildkennzeichnungen nicht einheitlich, sondern sie (können) variieren und es können die Angaben auch Lücken aufweisen.</li> <li>• Normalerweise wurden die Kennzeichnungen am Rand innerhalb des Bildrahmens platziert, wobei in der Regel alle Aufnahmen einer Filmrolle gekennzeichnet wurden, verschiedentlich aber auch nur das erste und letzte Bild. Anfänglich erfolgte der Kennungseintrag handschriftlich, später dann ausschließlich mit Schablone direkt auf den Bildern bzw. mit schablonebeschrifteten Klebestreifen.</li> <li>• Als „Standard-Inhalte“ umfassen die Bildkennzeichnungen bei RAF-Bildern (ab 1940) wie überwiegend auch bei den über die A.C.I.U überlieferten US-amerikanischen Bildern (s. III.3) die nachfolgend zusammengestellten Angaben.</li> </ul>
<p><b>Bezeichnung der Einheit</b>, deren Aufklärer in der betreffenden Flugmission eingesetzt war: bei den RAF-Aufnahmen zunächst <i>Photo Reconnaissance Unit</i> (x. P.R.U.), dann <i>Squadron</i> (x. Sqdn), bei USAAF-Aufnahmen ab Frühjahr 1944 Kennziffer der Einheit (<i>Squadron</i> oder <i>Group</i>, i.d.R. mit dem Präfix <i>US</i>, z.B. US7/xxxx).</p> <p><i>Die Angaben haben für die Bildermittlung über die BOMPIC Datenbank und die Mikrofiches oder auch für die „normale“ Bildauswertung keine besondere Bedeutung. Sollte es jedoch notwendig sein, weitere Informationen über den Bildflug zu erheben, sind sie bei der Recherche in den „National Archives“ der Schlüssel für den Zugriff auf das Kriegstagebuch („war diary“) der Aufklärungseinheit.</i></p>
<p><b>Kennziffer der Flugmission (sortie)</b>: überwiegend eine Buchstaben-Ziffernkombination</p> <p><i>Bei der Sichtung der Mikrofiches kann anhand der sortie-Kennziffer schnell überprüft werden, ob es sich bei den Bildern tatsächlich um Aufnahmen aus dem in der BOMPIC Datenbank ermittelten Bildflug handelt; für die Bildauswertung ist die Kennung der Flugmission dagegen ohne praktische Bedeutung.</i></p>
<p><b>Datierung des Aufnahmezeitpunktes</b> nach Tag, Monat und Jahr</p> <p><i>Diese Angabe unterstützt ebenfalls die Zuordnungskontrolle von Mikrofiche-Abbildungen zu den entsprechenden BOMPIC-Bildflugdaten. Ferner ist das Aufnahmedatum von grundlegender Bedeutung für die Bildauswertung (etwa jahreszeitliches Erscheinungsbild) sowie für die weitere Verwendung der Auswertungsergebnisse in Kombination mit anderen, kollateralen Informationsquellen der Verdachtsflächen-Erfassung (z.B. mit Akten, Plänen).</i></p>

## Kennzeichnung der Luftbilder

**Kennzeichnung des Bildtyps:** Sie ist spätestens seit Ende 1941 aus der Bildbezeichnung abzulesen. Es gilt:

Bildnummern mit 1.xxx od. bzw. 3.xxx = *split vertical*-Aufnahme: Backbord/port

Bildnummern mit 2.xxx od. bzw. 4.xxx = *split vertical*-Aufnahme: Steuerbord/starbord

Bildnummer mit 5.xxx = Senkrecht(-Reihenmess)bilder

Bildnummern > 5.xxx = Aufnahmen mit Spezialkameras (z.B. K18)

Allerdings ist zu beachten, dass es – zeit- und/oder fehlerbedingt – Abweichungen von diesem Nummerierungsschema gibt.

*Die Möglichkeit, anhand der Bildnummern den Bildtyp auszumachen, kann für die Praxis der Bildauswertung sehr hilfreich sein: Sie „signalisiert“ die zu erwartenden grundlegenden geometrischen Eigenschaften des Bildmaterials und damit die – potenziellen verzerrungsbedingten – „Probleme“ bzw. den erforderlichen Aufwand bei der Verdachtsflächenkartierung (s. Kap. 4.3 und Anhang III.4).*

**Kennzeichnung der Bildabfolge in Flugrichtung:** Vor allem bei RAF-Aufnahmen gehören in der Regel zur Bildkennung Pfeile, die auf Senkrecht-Messbildern und *split verticals* die Verlaufsrichtung der Flugtrasse anzeigen.

*Die Pfeile sind eine wesentliche Hilfe, um bei der Mikrofiche-Sichtung – besonders bei ungeordnet-„verdrehter“ Bildanordnung – die Einordnung der einzelnen Bilder in die Bildfolge des Aufnahmestreifens zu erleichtern und die Längsüberdeckung zu „rekonstruieren“. Ebenso erleichtern sie in der Auswertungspraxis – namentlich bei Vorliegen von Backbord- und Steuerbord-split verticals in ein und demselben Bildstreifen – die „Handhabung“ der Bilder.*

**Angabe der Brennweite und Flughöhe:** Gelegentlich umfassen die Bildkennzeichnungen Angaben zur (mittleren) Flughöhe (in ft. = 0,3048 m). Die Angabe der Brennweite (in inches = 2,54 cm) ist dagegen (fast) immer zu finden.

*Für die Bildermittlung haben diese Angaben praktisch keine Bedeutung, wohl aber für die Bildauswertung: Hier ermöglichen sie grundsätzlich eine Berechnung des Aufnahmemaßstabs, wobei allerdings Vorsicht geboten ist und sich für jedes einzelne Bild eine Überprüfung des ermittelten Wertes empfiehlt (vgl. auch Anhang III.4.2).*

### III.3 Überlieferung und Archivierung der Kriegsluftbilder

Die komplexe Überlieferungs- und Archivierungsgeschichte der in Nordrhein-Westfalen verfügbaren Kriegsluftbilder trägt nicht nur zum besseren Verständnis verschiedener auswertungssignifikanter Bildeigenschaften bei, sondern sie liefert auch einige Anhaltspunkte, um die grundlegende Frage abzuklären, ob und inwieweit der vorliegende Bildbestand vollständig ist oder ob noch weiteres erfassungsrelevantes Bildmaterial existiert.

Bei der Herkunft des Bildmaterials aus dem Arbeitsarchiv der *Allied Central Interpretation Unit* (A.C.I.U.) ist zu beachten, dass diese im März 1944 gegründete britisch-US-amerikanische Einheit zur strategischen Luftbildauswertung, aus der *Central Interpretation Unit* (C.I.U., vor Januar 1941: *Photographic Interpretation Section* der *Royal Air Force* (RAF)) hervorgegangen, zwei Hauptaufgaben hatte:

1. die systematische, multitemporal-vergleichende Auswertung der von den Aufklärungseinheiten aufgenommenen Luftbilder und die Dokumentation der Ergebnisse in *Interpretation Reports* sowie
2. die zentrale Sammlung aller Luftbilder aus strategischen Aufklärungsflügen sowohl der Luftwaffe als auch der übrigen Teilstreitkräfte einschließlich des *Coastal Command*.

Im Rahmen der Funktion „Luftbild-Sammlung“ hat die *Interpretation Unit* grundsätzlich jeweils die Bildnegative bzw. ein Duplikatnegativ und zwei Kontaktkopien aus allen britischen und seit Ende 1943 auch aus einem Großteil – wenn nicht sogar der Mehrzahl – der US-amerikanischen strategischen Bildflüge erhalten, und zwar entweder sofort oder nach einer „Vorauswertung“ durch Interpretationseinheiten der Bildurheber, also etwa des britischen Heeres (bzw. für NRW nicht relevant: Marine) und der *8th USA Air Force* (ab Oktober 1942).

Demnach ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die aus dem C.I.U./A.C.I.U.-Arbeitsarchiv hervorgegangenen Bildbestände

1. das gesamte relevante Bildmaterial der britischen strategischen Luftaufklärung und
2. einen (Groß)Teil der entsprechenden US-amerikanischen (*8th Air Force*) Aufklärungsbilder

umfassen.

Im Verlauf der Vorbereitungen zur Invasion auf dem Kontinent hat sich allerdings die US-amerikanische Luftaufklärung einschließlich der strategischen Bildauswertung besonders zur Ermittlung der Schäden nach Bombenangriffen zunehmend verselbständigt. Dazu trug auch der Aufbau eines eigenen Luftbild-Arbeitsarchivs bei, so dass trotz eines *Joint Photographic Reconnaissance Committee* zur Koordinierung der RAF-USAAF-Luftaufklärung und Luftbildauswertung Bildkopien nicht mehr durchgehend auch an das A.C.I.U.-Archiv abgegeben worden sind.



Fazit: Aus der Schlussphase des Krieges existiert US-amerikanisches Luftbildmaterial, das nicht in dem überlieferten A.C.I.U.-Bildbestand von Nordrhein-Westfalen enthalten ist, sondern in den *National Archives* (NARA) der USA ermittelt und beschafft werden müsste. In diesem Zusammenhang sollte allerdings bedacht werden, dass – wie in Kapitel 3.2 dargelegt – der derzeit für NRW vorliegende Luftbildbestand speziell aus der Zeit zwischen August/September 1944 und Kriegsende besonders umfangreiches Bildmaterial umfasst. In aller Regel ist dadurch selbst bei „kritischen“ Standorten der für die mögliche Entstehung kriegsspezifischer Kontaminationen besonders wichtige Zeitraum des Luftkrieges so umfassend in dichten Zeitschnittfolgen dokumentiert, dass potenzielle altlastverdächtige Bereiche zuverlässig rekonstruiert und kartiert werden können, auch ohne weiteres Bildmaterial aus dem US-amerikanischen Bildbestand heranziehen zu müssen. Mit anderen Worten:

**Die Sammlung „Alliierte Kriegsluftbilder NRW“ ist aufgrund ihrer spezifischen Überlieferungsgeschichte zwar nicht komplett, sondern es gibt namentlich in den USA noch weiteres Bildmaterial. Der aktuell verfügbare Bildbestand ist jedoch so umfangreich und aussagekräftig, dass er im Normalfall für Standortrecherchen als hinreichend gelten darf und bei flächendeckenden Erhebungen u.U. sogar eine Bildauswahl getroffen werden muss (und aus sachlichen Erwägungen auch getroffen werden kann). Die Notwendigkeit, weiteres über die NARA erhältliches Bildmaterial in eine Recherche einzubeziehen, sollte zwar nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden; hier ist jedoch eine sorgfältige Abwägung notwendig und man wird sich in der Praxis auf Sonderfälle, etwa im Zusammenhang mit gerichtlichen Auseinandersetzungen oder bei offenkundigen Lücken in der derzeit verfügbaren Bestandsüberlieferung, beschränken.**

### III.4 Geometrische Merkmale der Kriegsluftbilder

#### III.4.1 Vorbemerkung

Die für eine sachgerechte Erfassung, d.h. Identifizierung und Kartierung, von Altablagerungen und Altanlagen signifikanten geometrischen Abbildungseigenschaften von Senkrecht-Luftbildern sind in mehreren Leitfäden des Landes beschrieben worden (s. *Tab. 4*). Hervorzuheben sind hier – neben dem MURL NRW-Band von 1987 (in der Übersicht: Nr. 1) – namentlich die Bände MESA 9 (in der Übersicht: Nr. 2), MALBO 1 (in der Übersicht: Nr. 3) und neuerdings MALBO 18 sowie die CD-ROM „Altlasten in NRW“ (in der Übersicht: Nr. 5 und 6). Trotzdem sollen nachfolgend zum besseren Verständnis der summarischen Übersicht im Haupttext dieses Leitfadens die wesentlichen Sachverhalte zusammengefasst werden.

#### III.4.2 Einzel-Luftbilder

##### **Maßstab**

Der Maßstab von Senkrecht-Luftbildern resultiert bekanntlich aus dem Verhältnis von Brennweite der Kamera [ $c$ ] zur Flughöhe über dem Gelände [ $Z_G$ , also:  $M = c/Z_G$ ]. Zudem variiert er in Abhängigkeit vom Neigungswinkel der Aufnahmeachse, also vor allem vom Ausmaß der Schwankungen des Bildflugzeugs, aber auch der spezifischen Kamerakonfiguration (ob „klassische“ strenge oder divergente Senkrechtaufnahme).

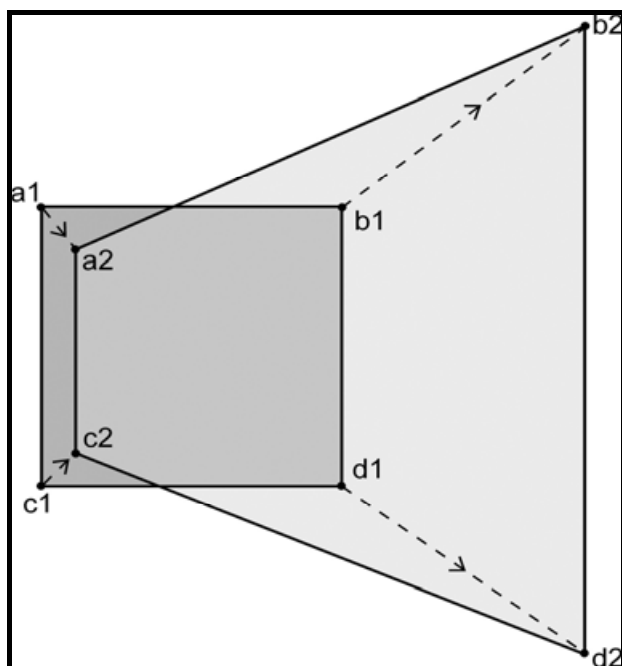
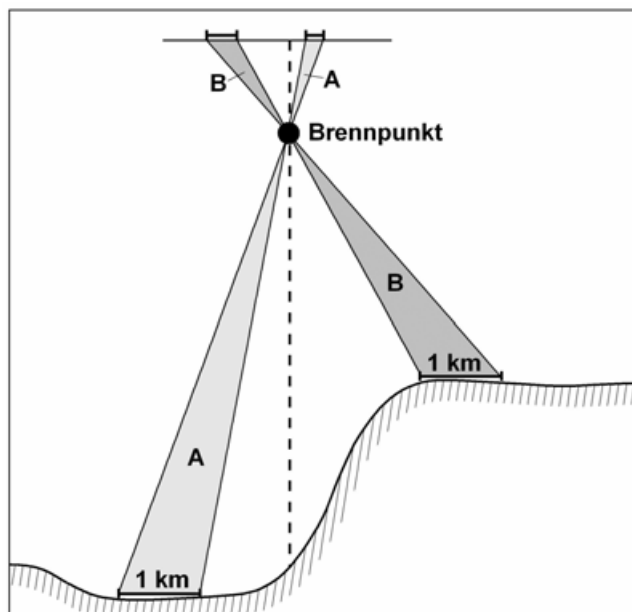
Hieraus folgt: Da – erstens – die bei der Flugplanung vorgesehene Flughöhe in der Praxis nicht exakt einzuhalten ist und sie – zweitens – zudem je nach Reliefausprägung innerhalb des im Bild erfassten Geländeausschnitts größer oder kleiner ist und da – drittens – viele, wenn nicht die meisten der Kriegsbilder mit mehr oder weniger kräftig geneigter Aufnahmeachse aufgenommen wurden, gilt für den Maßstab von Einzelbildern:

- Höhere Geländepartien werden in einem größeren Maßstab abgebildet als tiefer gelegene; dazwischen ändert sich der Maßstab je nach Reliefausprägung kontinuierlich (s. *Abb. 13*).
- Weicht die Aufnahmeachse infolge von Flugzeugbewegungen und/oder aufgrund der Kamerakonfiguration (*split verticals*) vom Geländelot ab, wird der Abbildungsmaßstab in Richtung der Achsenneigung gleitend kleiner (s. *Abb. 14*).
- Praktisch ist der Bildmaßstab nie konstant und glatt-rund, also etwa 1:10.000 oder 1:13.500; vielmehr stellen die Maßstabsangaben, so auch die in der BOMPIC Datenbank aufgeführten Maßstabszahlen, jeweils auf- oder abgerundete (mittlere) Näherungswerte dar, die im Einzelfall (zweckmäßigerweise über einen Vergleich sich entsprechender Strecken im Luftbild und einer größermaßstäbigen Karte) überprüft werden sollten/müssen. Verständlicherweise betrifft dies *split verticals* in der Regel stärker als die „klassischen“ Senkrecht-Reihenbilder.

**Für die Praxis der Bildauswertung ist festzuhalten:  
Sollen Altablagerungen/Altanlagen nicht nur identifiziert, also rein qualitativ erfasst, sondern kartiert, d.h. in ihrer Lage und Ausdehnung exakt lokalisiert werden, dann ist ein der Kartierbasis entsprechender Ausgleich der unvermeidlichen bildeigenen Maßstabsschwankungen unabdingbar.**

**Abb. 13:** Luftbildmaßstab in Senkrechtluftbildern

Die Abbildung verdeutlicht, dass der Bildmaßstab mit der Geländehöhe variiert: Eine gleich lange Geländestrecke wird im höher gelegenen Gelände länger (= größerer Maßstab), in tiefer gelegenen Gelände kürzer (= kleinerer Maßstab) abgebildet.



**Abb. 14:** Schematischer Vergleich der Flächenwiedergabe im Senkrechtluftbild und im Steilbild

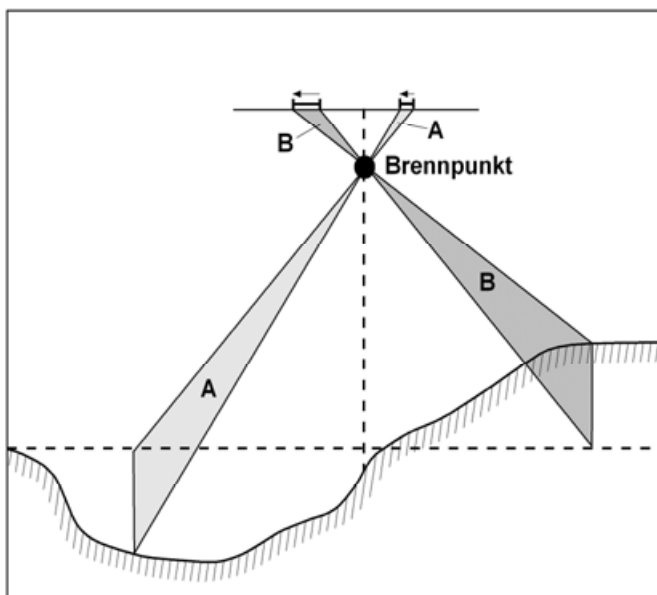
Aus dem im Idealfall quadratischen Geländeausschnitt der Senkrechtaufnahme wird bei der Steilaufnahme eine trapezförmige Fläche – mit entsprechender Veränderung des Abbildungsmaßstabs zum „Bildhintergrund“ hin und mit Verlagerungen von Geländepunkten (in die mit gestrichelten Linien skizzierten Richtungen).

### **Punktversatz**

Grundsätzlich muss bei Luftbildern mit mehr oder weniger kräftigen geometrischen Abbildungsfehlern („Verzerrungen“), d.h. mit absoluten und relativen Verlagerungen von Objektpunkten gegenüber ihrer tatsächlichen Lage/Anordnung im Gelände, gerechnet werden. Diese Fehler resultieren zum einen aus Geländehöhendifferenzen, zum anderen aus der Bildneigung, und/oder sie können durch die photographische Weiterverarbeitung sowie die Nutzung und Archivierung/Lagerung (mit bedingt sein).

#### *Höhenbedingter Punktversatz:*

Im Unterschied zu Karten sind Luftbilder keine lotrecht-parallelen, sondern zentralperspektivische Geländeabbildungen. Dadurch werden Gelände-/Objektpunkte über bzw. unter der Bezugsebene des Bildes entlang radialer, vom Bildmittelpunkt ausgehender Strahlen verlagert: höher gelegene Punkte nach außen in Richtung der Bildränder, tiefer gelegene nach innen in Richtung des Bildhauptpunkts (s. *Abb. 15*). Das Ausmaß des radialen Punktversatzes  $[\Delta r]$  ist direkt proportional zur Höhendifferenz  $[\Delta z]$  zwischen Bezugsebene und Geländepunkt sowie zur Entfernung zwischen dem Bildmittelpunkt und dem jeweiligen Geländepunkt  $[r]$ ; zur Flughöhe  $[Z_G]$  ist der Punktversatz umgekehrt proportional, es gilt:  $\Delta r = \Delta z \cdot r / Z_G$ .



**Abb. 15:** Prinzip des höhenbedingten radialen Punktversatzes in Senkrechtaufnahmen

Die Abbildung illustriert, dass Geländepunkte, die über dem Höhenniveau des Bildhaupt(Mittel)punktes als Referenzniveau liegen, vom Hauptpunkt aus nach außen, tiefer gelegene dagegen zum Hauptpunkt hin verlagert werden.

Geländepunkte, die im Niveau der Bezugsebene bzw. untereinander jeweils im selben Höhenniveau liegen, werden verständlicherweise nicht verlagert. Ansonsten können normalerweise Höhendifferenzen außer acht bleiben, bei denen der durch  $\Delta r$  verursachte Punktversatz in der Kartierung unter  $\pm 1$  mm liegt. Davon kann ausgegangen werden, wenn die Geländehöhendifferenzen zwischen den Geländepunkten und der Bezugsebene kleiner sind als die nach der folgenden Faustformel zu errechnenden Werte  $[m_k = \text{Maßstabszahl der Kartierung}]$ :

- Normalwinkel-Aufnahme:  $\pm m_k / 500$  [m im Gelände]
- Weitwinkel-Aufnahme:  $\pm m_k / 1000$  [m im Gelände].

Die meisten Kriegsluftbilder sind, wie vorangehend in III.2.1 und III.2.3 ausgeführt, aus vergleichsweise großen Flughöhen über Grund und zudem überwiegend mit Schmal- bzw. Normalwinkel-Kameras aufgenommen worden. Daher kann unterstellt werden, dass höhenbedingte Punktversetzungen in Kriegsluftbildern meistens nicht allzu massiv zu Buche schlagen; dennoch:

**Bei der Kartierung von Objekten in den Bildrandbereichen sowie vor allem bei Kartierungen in großen Maßstäben sollte der durch Höhenunterschiede bedingte Punktversatz unbedingt beachtet werden.**

*Neigungsbedingter Punktversatz:*

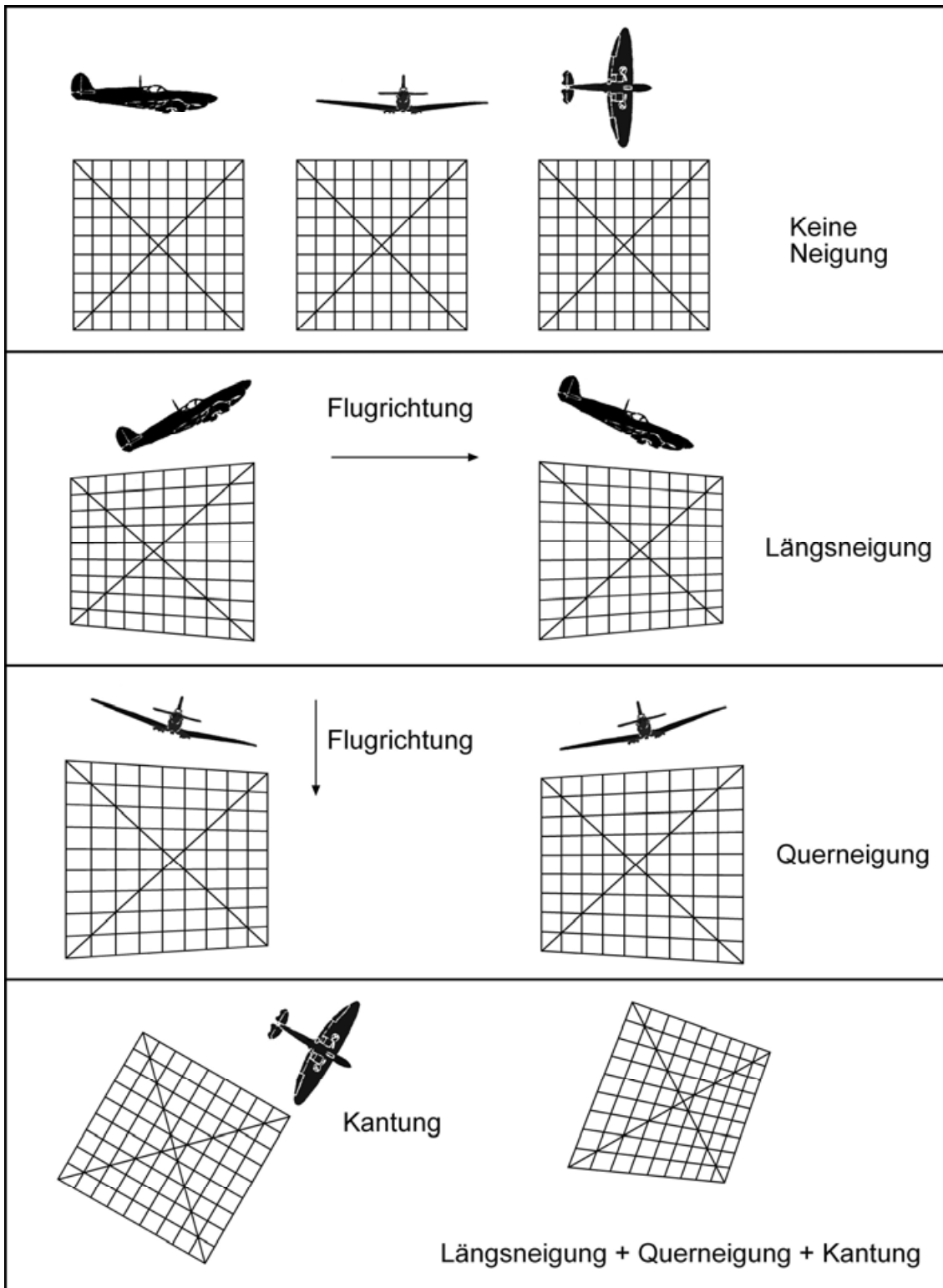
Unter den äußeren Bedingungen, unter denen die Aufklärungsflüge im allgemeinen durchgeführt werden mussten, konnten die Bildflugzeuge im Verlauf der Reihen- aufnahmen sehr viel seltener als bei zivilen Bildflügen der Vor- und Nachkriegsjahre in gleichmäßig-ruhiger horizontaler Lage gehalten werden. Dementsprechend häufiger sind Aufnahmen, bei denen die Kameraachse nicht nur um  $\leq \pm 4^\circ$  vom Geländelot abweicht (wie sonst bei Senkrechtbildern die Norm), sondern um größere Werte. Daher sind die entsprechenden Aufnahmen streng genommen nicht als Senkrecht-, sondern als Steilaufnahmen anzusehen, und dies gilt für die divergenten Senkrechtbilder (*split verticals*) mit ihren Neigungen der Aufnahmeachsen  $> 5^\circ$  selbst bei völlig stabiler Lage des Bildflugzeugs im Moment der Aufnahme.

Die Neigungen der Aufnahmeachse resultieren (s. *Abb. 16*)

- aus dem „Nicken“: einer Drehbewegung des Flugzeugs um die „Flügelachse“ nach oben bzw. unten („Längsneigung“) oder
- aus dem „Rollen“: einer Bewegung um die „Rumpfachse“ nach Backbord bzw. Steuerbord („Querneigung“) oder auch
- aus einer Kombination beider Drehbewegungen (vielfach einschließlich einer Kantung, d.h. einer Drehbewegung um die „zentrale“ Flugzeugachse).

Geometrisch verursachen die Neigungen der Aufnahmeachse nicht nur, wie oben bereits dargelegt, eine kontinuierliche Abnahme des Abbildungsmaßstabs in Neigungsrichtung, sondern in – generalisiert betrachtet – gleicher Richtung auch „Verzerrungen“, also Verlagerungen von Geländepunkten/-objekten gegenüber ihrer tatsächlichen Lage und damit räumliche Abbildungsfehler. Bei der Längsneigung werden die Geländepunkte in Flugrichtung nach hinten oder nach vorne, bei der Querneigung in Richtung Backbord bzw. Steuerbord verlagert; die Kombination von Längs- und Querneigung führt zu ungleichmäßigen Punktverlagerungen in allen Richtungen (s. *Abb. 16*).

Wie nicht weiter erläutert werden muss, nimmt das Ausmaß der Punktverlagerungen mit dem Neigungsgrad der Aufnahmeachse sowie – grob gesehen – in Neigungsrichtung zu. Weist das aufgenommene Gelände größere Höhendifferenzen auf, wird die Genauigkeit der Abbildungsgeometrie zudem durch den radialen Punktversatz beeinträchtigt.



**Abb. 16:** Übersicht über die flugzeugbedingten Verzerrungen

Die Abbildung verdeutlicht (von oben nach unten) ein „ideales“ Senkrechtbild (Nadiraufnahme), die durch „Nicken“ verursachten Verzerrungen in Flugrichtung, die aus dem „Rollen“ resultierenden Abbildungsfehler senkrecht zur Flugrichtung, die Auswirkungen einer Kantung sowie (unten rechts) die durch das Zusammenwirken der drei Flugzeuggewegungen hervorgerufenen Maßstabsverzerrungen/Punktverlagerungen.

*Material- und verarbeitungsbedingte Punktverlagerungen:*

Wie in den Kapiteln 4.1 und 4.2 erläutert, basiert der Bestand alliierter Aufklärungsflugbilder ausschließlich auf Kontaktkopien. Diese wurden auf normalem Photopapier gezogen; sie waren/sind also nicht maßbeständig und werden (bzw. können) sich daher bei der Aufbewahrung und wiederholten Nutzung bei der *Interpretation Unit* sowie dann auch während der Lagerung im Zwischenarchiv bis zum Aufbau der *Air Photo Library* (inzwischen: *The Aerial Reconnaissance Archives*, TARA) unter dem Einfluss von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen unregelmäßig und dauerhaft verzogen haben. Ebenso ist grundsätzlich mit weiteren Beeinträchtigungen der geometrischen Abbildungsgenauigkeit infolge der Herstellung der analogen Duplikat-Negativfilme in den ausgehenden 1980er Jahren und aktuell auch infolge des Scannens dieser Filme in Rechnung zu setzen. Zwar werden diese Punktverschiebungen normalerweise nicht allzu gravierend ausfallen. In Kombination mit den neigungs- und höhenbedingten Punktverlagerungen können die Bilder allerdings doch empfindliche geometrisch-räumliche Abbildungsfehler aufweisen.

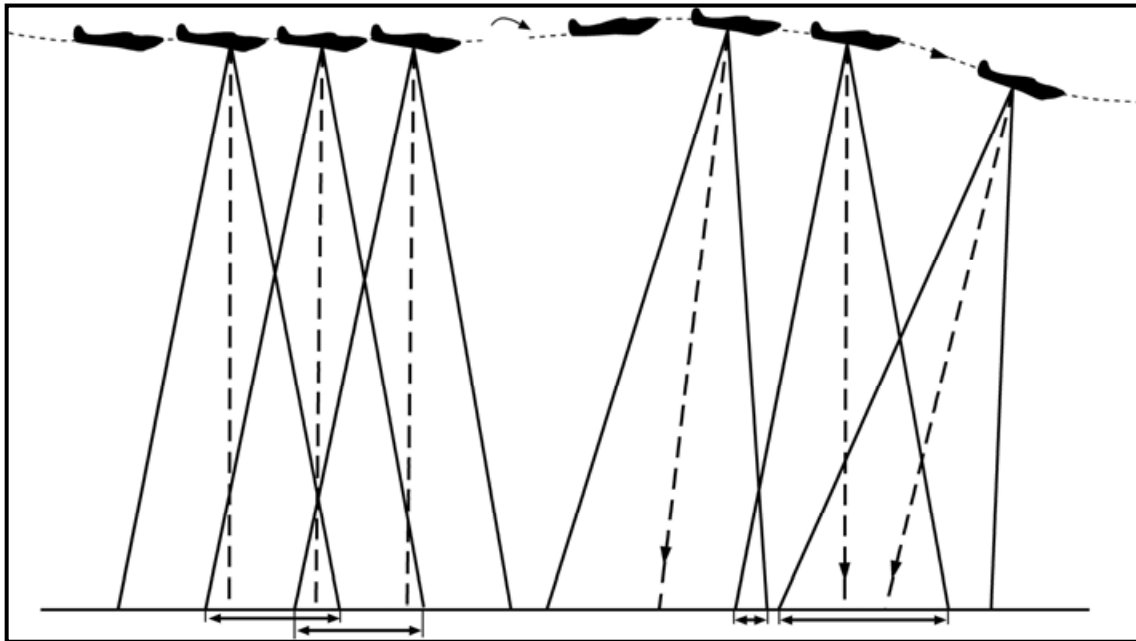
Setzt man das mögliche, bei den Kriegsbildern gemeinhin eher stärkere Ausmaß der Punktverlagerungen in Rechnung und berücksichtigt man zudem die Gegebenheiten des Abbildungsmaßstabs, so wird offenkundig:

**Auf der Grundlage der allermeisten Luftbilder aus Aufklärungsflügen sind Altanlagen und Altablagerungen, auch Bombentrichter und andere Kriegseinwirkungen nur dann lage- und grundrissgenau zu kartieren, wenn bei der Bildauswertung analoge oder digitale Verfahren eingesetzt werden, die eine hinreichende Korrektur der Bildgeometrie, d.h. eine zuverlässige Bildverzerrung einschließlich Maßstabskompensation, ermöglichen.**

### **III.4.3      *Luftbildreihen***

Die vorangehend aufgezeigten Aufnahmebesonderheiten der Aufklärungsflüge wirken sich nicht nur auf die Abbildungsgeometrie der Einzel-Luftbilder aus, sondern sie haben auch (negative) Folgen für die Bildreihen, also die Abfolge der einzelnen Bilder in den Aufnahmestreifen bzw. -blöcken.

Abweichungen von der angesetzten Flughöhe gibt es immer wieder zwar auch bei zivilen Bildflügen für Vermessungs- und ähnliche Zwecke; sie bleiben in aller Regel jedoch so gering, dass sie den Abbildungsmaßstab nicht signifikant beeinflussen. Ebenso werden die Flugtrassen durchweg mit konstanter oder nur geringfügig schwankender Geschwindigkeit abgeflogen. Demgegenüber muss bei Bildstreifen aus Aufklärungsflügen damit gerechnet werden, dass die Bildflugzeuge – etwa bei Flakbeschuss oder Angriffen von Abfangjägern – nicht nur die Flughöhen, sondern auch die Geschwindigkeit abrupt gewechselt haben und dabei meistens auch mehr oder weniger stark vom zuvor eingeschlagenen, geradlinigen Kurs abgedreht sind.



**Abb. 17:** Auswirkungen wechselnder Flughöhen innerhalb eines Bildstreifens (nach STANLEY)

Die Abbildung verdeutlicht die Auswirkungen eines Wechsels der Flughöhen im Verlauf der Aufnahme eines Bildstreifens. Bei konstanter Flughöhe werden die Luftbilder mit „normaler“ Längsüberdeckung und einem Überdeckungsbereich aufeinander folgender Bilder von mindestens 60% aufgenommen (in der Abbildung links); zudem bleibt der Aufnahmemaßstab – ebenes Gelände vorausgesetzt – gleich. Wenn sich die Flughöhe ändert, ändert sich auch die Längsüberdeckung und damit der gemeinsame Überdeckungsbereich der „Stereopartner“ im Bildstreifen (in der Abbildung rechts); ebenso verändert sich der Maßstab.

Aus all dem folgt (s. auch *Abb. 17*):

- Innerhalb eines Bildstreifens können aufeinander folgende Senkrecht- oder *split vertical*-Bilder u.U. deutliche Maßstabsunterschiede aufweisen.
- Infolge des Wechsels der Flughöhe (und/oder auch der Fluggeschwindigkeit) können sich die Aufnahmebasen, d.h. die Abstände zwischen den Mittelpunkten nacheinander aufgenommener Bilder, innerhalb des Bildstreifens so verkürzen bzw. verlängern, dass die übliche konstante Längsüberdeckung (von 60 % oder mehr) zwischen Folgebildern nicht mehr gewährleistet ist.
- Das Abdrehen der Bildflugzeuge vom Grundkurs verursacht – über kräftige Bildneigungen hinaus – nachgerade zwangsläufig mehr oder weniger massive Kantungen von Einzelaufnahmen bzw. einen Versatz aufeinander folgender Aufnahmen im Bildstreifen; dadurch entstehen Bilder, die in Bild-ecken bzw. an den – in Flugrichtung – oberen und unteren Bildrändern keinen gemeinsamen Überdeckungsbereich mit dem vorangehenden bzw. folgenden Bild aufweisen.
- Wurden Parallelstreifen aufgenommen, können die Kursabweichungen nicht nur eine Verkleinerung der Querüberdeckung, sondern – bei entsprechendem Ausmaß – sogar Klaffungen, also nicht erfasste Geländepartien zwischen Bildstreifen, hervorrufen.



In der Erfassungspraxis können die vorgenannten „Besonderheiten“ der Luftbildreihen Einschränkungen bei der stereoskopischen Auswertung der Luftbilder als dreidimensionale Geländemodelle hervorrufen, die sowohl die elementare Objektidentifizierung und deskriptiv-qualitative Bildanalyse als auch – und erst recht – die geometrisch genaue Kartierung betreffen. So muss immer wieder damit gerechnet werden, dass infolge von Klaffungen, Kantungen oder auch Verkürzungen der Längsüberdeckung Geländepartien und Objekte nur monoskopisch-zweidimensional zu analysieren sind, die sonst in Luftbildpaaren standardgemäß aufgenommener Bildstreifen problemlos stereoskopisch-dreidimensional identifiziert und dann auch kartiert werden können. In besonderem Maße betrifft dies die Erfassung von Altablagerungen: Im Einzelbild können sie häufig gar nicht oder nur unsicher erkannt und abgegrenzt werden; zudem gibt es, anders als bei stereoskopischer Bildauswertung und -kartierung, keine Möglichkeit, bei Aufschüttungen die Höhen bzw. bei Abgrabungen oder auch Bombentrümmern deren Tiefen auszumessen und potenzielle Verfüllungsvolumina zu berechnen.

**Zusammengefasst: Auch wenn die Angaben zum Bildflug und zu den Einzelbildern in der BOMPIC Kriegsluftbild-Datenbank, im Einzelnen die Folge der Bildnummern und die Bild-Lagekoordinaten, eine Reihenaufnahme anzeigen, welche die Möglichkeit einer „normalen“ stereoskopischen Bildauswertung und -kartierung „signalisiert“, sollte/muss in der Praxis damit gerechnet werden, dass das abgebildete Gelände u.U. nur mit mehr oder weniger starken Abstrichen oder auch gar nicht im dreidimensionalen Bildmodell zu analysieren und zu kartieren ist.**

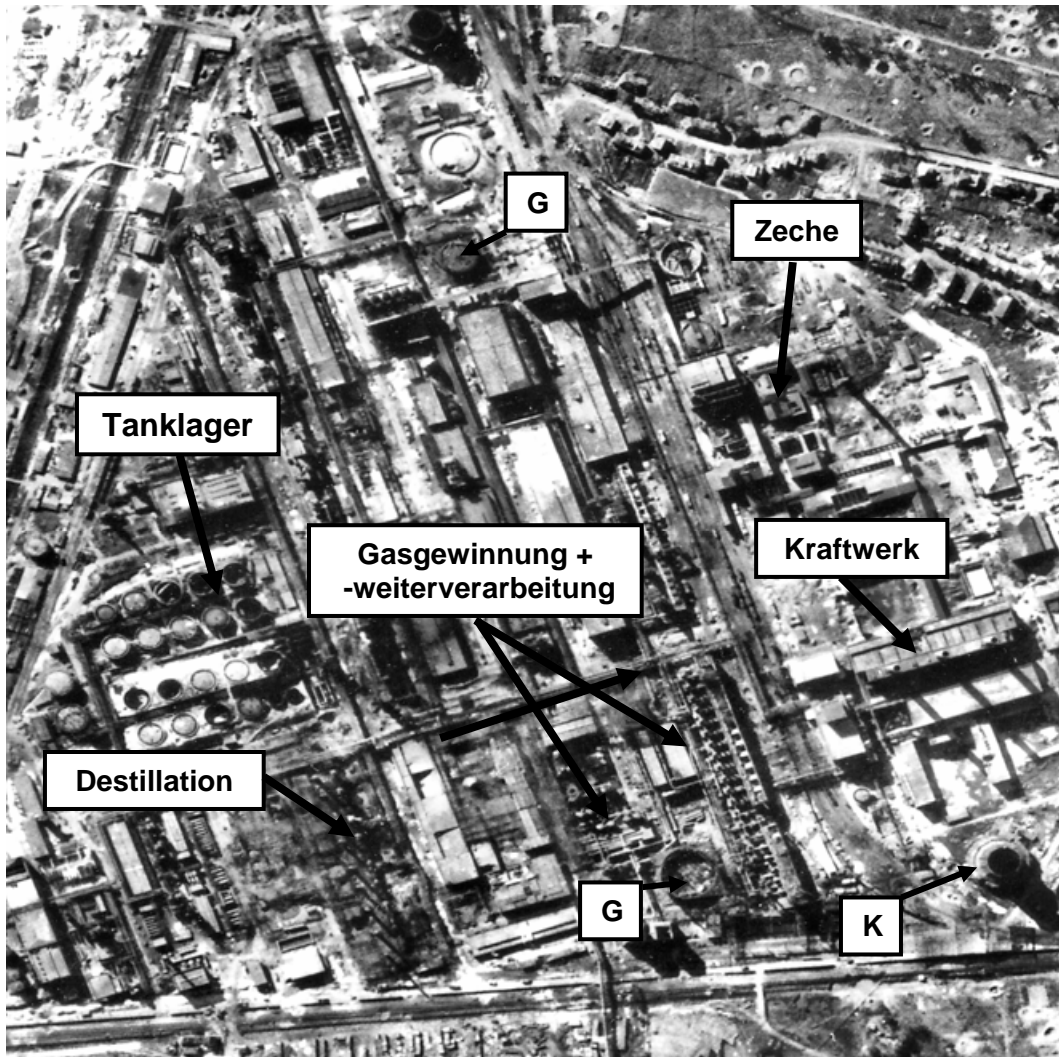
## Anhang IV

### IV.1 Zur Identifizierbarkeit verdachtsflächenrelevanter Bildinhalte

Um Objekte, darunter auch die potenziell altlastverdächtigen, in Senkrechtluftbildern zu identifizieren, sind grundsätzlich die folgenden Abbildungsmerkmale der Objekte in ihrer jeweiligen Ausprägung zu analysieren:

- die räumliche **Lage** der Objekte, besonders die „relative“ Lage im räumlichen Gefüge, d.h. in der Anordnung zu anderen Objekten/Gegebenheiten
- die **Größe** der Objekte, ihre Länge und Breite sowie die Höhe; letztere ist im Stereomodell über die Bestimmung der Punktparallaxen (s. Kap 5.2) exakt zu ermitteln oder aber aufgrund der Länge der Schlagschatten zumindest näherungsweise einzuschätzen, wobei verständlicherweise der Aufnahmezeitpunkt berücksichtigt werden muss, der allerdings bei den Kriegsbildern nur nach Monat und Tag, nicht aber (wie wünschenswert, ja: notwendig) *zuverlässig-genau* auch nach der Tageszeit bekannt ist. (Bei den Angaben zur Uhrzeit der Aufnahmen in der BOMPIC Datenbank sind zum einen die in *Tabelle 2* erwähnten saisonalen Zeitumstellungen zu beachten; zum anderen ist nicht sicher, ob sich die Zeitangaben wirklich auf den Zeitpunkt der Aufnahme beziehen oder – möglicherweise – auch den des Starts zum Bildflug bzw. der Landung.)
- die **Form** der Objekte, d.h. in der Abbildungsperspektive der Senkrechtluftbilder primär deren **Grundriss**, zudem nach Möglichkeit aber auch der **Auf-riss**; letzterer ist bei einer Bildreihe mit der üblichen Längsüberdeckung u.U. infolge des höhenbedingten radialen Punktversatzes wenn nicht im „Zentralbild“ eines Stereomodells, so doch auf einem der beiden Stereopartner bzw. auch auf beiden erkennbar. Allerdings sollte beachtet werden, dass der Radialversatz im Vergleich zu heutigen Aufnahmen meistens weniger kräftig ausfällt, also visuell auch weniger deutlich wahrnehmbar ist, weil, wie vorangehend in Anhang III.4.2 unter „Punktversatz“ erläutert, die Bilder aus größeren Flughöhen und meistens mit kleineren Kamera-Öffnungswinkeln und dementsprechend kleineren „Versatzwerten“ aufgenommen wurden.
- die **Grautöne** sowie die Texturen als klein- und engräumige Grautonmuster.

Grauton-Unterschiede zählen bei visuellen Bildanalysen zwar zu den primären Wahrnehmungsinhalten. Die Ausprägung der Grautöne hängt allerdings von unterschiedlichsten Einzelfaktoren ab, darunter nicht nur die realen Objektfarben, der Sonnenstand bzw. der Zustand der Atmosphäre (Dunst), sondern auch die technischen Rahmenbedingungen der Bildaufbereitung, die bei den Kriegsbildern meistens nicht bekannt und somit in ihren Auswirkungen nur schwer einzuschätzen sind. Als Identifizierungsmerkmale haben die Grautöne daher eher nachgeordnete Bedeutung.



**Abb. 18:** Möglichkeiten der Objektidentifizierung

Der Bildausschnitt (Aufnahme: 13.09.1944) zeigt die Zeche Nordstern III und das Kohlehydrierwerk der Gelsenberg Benzin AG in Gelsenkirchen-Buer. (N: am unteren Bildrand). – Aufgrund bildsichtbarer Merkmale sind verschiedene Produktionsbereiche und Anlagen eindeutig identifizierbar. Hierzu gehören das Kraftwerk mit Einzelanlagen wie Kühlturm [„K“], Generatoren- und Kesselhaus oder das Zechengelände mit den Förder- und Kohleaufbereitungsanlagen. Im Bereich des Hydrierwerkes lassen sich mehrere Gasbehälter [„G“] sowie ein Komplex mit 22 Tanks identifizieren, ferner verschiedene Anlagen der (Wasser)Gaserzeugung und der Gasaufbereitung sowie die Raffinerieanlagen [Destillations- bzw. Fraktioniertürme]. Bei weiteren Anlagen/Gebäuden im Zentrum des Hydrierwerkes können zwar aufgrund der räumlichen Anordnung sowie verschiedener (im Stereomodell gut erkennbarer) Bildobjekte, z.B. Förderbänder, Leitungssysteme, kleine Tanks u.ä. mehr (begründete) Vermutungen über Nutzungen und Funktionen angestellt werden; aber auch bei Kenntnis des *Bergius*-Hydrierverfahrens sind wegen des „unspezifischen“ Aussehens gesicherte Aussagen nicht möglich. Hier ist ein Abgleich mit Betriebs-/ Anlagenplänen notwendig. Dabei ermöglicht die Luftbildauswertung allerdings zuverlässige Aussagen z.B. über Bombenschäden, u.a. im Tanklager.

Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)

Wesentlich aussagekräftiger sind die Objektmerkmale Größe plus Form sowie die Lage der Einzelobjekte im räumlichen Bezug zu und im Kontext mit anderen Bildobjekten (s. dazu auch *Abb. 18*). Vor allem die Formen ermöglichen in Verbindung mit bestimmten räumlichen Anordnungsmustern zumindest die Zuordnung von Objekten zu Objektgruppen/Klassen, so z.B. die Einordnung potenziell altlastverdächtiger Gebäude- und Anlagenkomplexe nach Branchen bzw. auch standortintern nach branchentypischen Betriebs-/Produktionsbereichen.

Es bedarf keiner weiteren Erläuterungen, dass ein solches Identifizieren und Klassifizieren von Bildobjekten grundsätzlich nur möglich ist, wenn die Objekte Merkmale aufweisen, die

1. allein für dieses spezifische Objekt bzw. die betreffende Objektklasse charakteristisch sind, so dass es keine oder zumindest keine signifikanten bildphysiognomischen „Überschneidungen“ mit anderen (verwandten) Objekten/Objektklassen gibt, und die
2. in der Luftbildwiedergabe klar und eindeutig erkannt werden können, also auch bei eingeschränkter photographischer Bildqualität und entsprechend reduziertem visuellen Auflösungsvermögen nicht unter der bildspezifischen Schwelle der Detailerkennbarkeit liegen.

Bei **Alttablagerungen** sind, wie die Auswertungspraxis zeigt, diese beiden Voraussetzungen normalerweise erfüllt. Werden die Luftbilder standardgemäß stereoskopisch ausgewertet, können Aufschüttungen und Abgrabungen sowie – über den multitemporalen Zeitreihenvergleich – deren sukzessive Auffüllung problemlos ermittelt werden, wobei allerdings eine weiter reichende Differenzierung nach Materialien nur in seltenen Ausnahmen möglich ist. Auch **Bombentrichter** und deren Verfüllung oder **Angriffsschäden** an Gebäuden und Anlagen lassen sich normalerweise zuverlässig erfassen, wobei hier bei hinreichend großem Bildmaßstab und angemessener Detailauflösung nach Spreng- und Brandeinwirkung unterschieden werden kann. Ähnliches gilt für die meisten potenziell altlastverdächtigen **militärischen Altstandorte** wie Munitionslager/-anstalten, Flugplätze oder Truppenübungsplätze, die zudem häufig auch nach altlastsignifikanten Funktionsbereichen zu differenzieren sind. Sie alle weisen hinreichend charakteristische bildsichtbare Merkmale auf, die eine Verwechslung mit anderen altlastrelevanten Objekten/Objektklassen ausschließen.

Demgegenüber sind bei gewerblichen Altstandorten in der Bildwiedergabe vielfach keine bzw. keine wirklich signifikanten Merkmale auszumachen. Zwar können die allermeisten aufgrund der Gebäudegrößen, -formen und -konfigurationen sowie sonstiger bildsichtbarer Merkmale (z.B. Lagerflächen) lokalisiert werden; eine weitere klassifizierende Differenzierung ist jedoch mangels bildsichtbarer, eindeutiger branchen- bzw. produktionsspezifischer Bildmerkmale nicht oder bestenfalls in Form von Mutmaßungen möglich. In solchen Fällen sollte darauf verzichtet werden, über die Luftbildanalyse eine weiter reichende Identifizierung und Differenzierung der Altanlagen zu versuchen, denn der erforderliche Aufwand steht in keinem

vertretbaren Verhältnis zu den erzielbaren Ergebnissen und besonders deren Zuverlässigkeit.

**Vielmehr empfiehlt es sich hier, zur Luftbildauswertung die in der Regel verfügbaren Betriebs- und Anlagenpläne u.ä. heranzuziehen, und die Bildanalyse sollte primär darauf abzielen, die in diesen Kollateralquellen dokumentierten Gebäude-/Anlagenbestände und sonstigen altlastsignifikanten Standortgegebenheiten systematisch auf ihre Vollständigkeit und – soweit möglich – Plausibilität (etwa Funktionsveränderungen) zu überprüfen.**

#### **IV.2 Zur Erkennbarkeit von Tarnmaßnahmen in Kriegsluftbildern**

Um die Bedeutung von Tarnmaßnahmen bei der Auswertung von Luftbildern zur Ermittlung altlastrelevanter Informationen angemessen einzuschätzen, ist zu beachten, dass unter den Betriebsstandorten generell nur Anlagen und Anlagenbereiche getarnt wurden, die

- kriegswirtschaftlich eine hohe Bedeutung hatten,
- besonders „luftempfindlich“, d.h. gegenüber Luftangriffen besonders verletzlich waren und
- aufgrund spezifischer Einzelanlagen und/oder Anlagenkonfigurationen (z.B. Gasometer, Tanklager) beim Angriffsanflug besonders leicht ausgemacht werden konnten (hohe „Luftsichtbarkeit“).

Waren diese Kriterien nicht erfüllt, muss gemeinhin nicht mit Tarnmaßnahmen gerechnet werden.

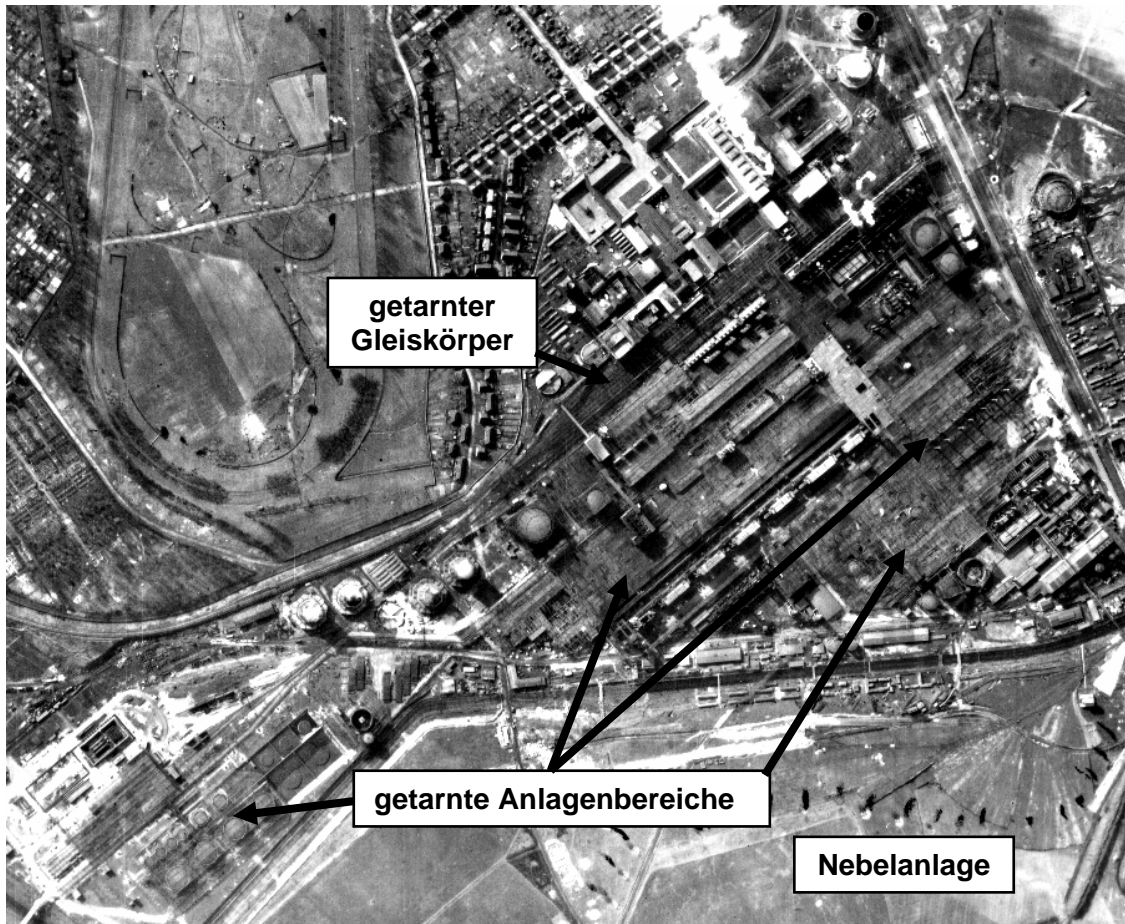
Das Spektrum der Tarnmaßnahmen umfasste, wie *Tabelle 12* sowie den *Abbildungen 19* und *20* zu entnehmen ist:

- den einfachen mehrfarbigen und/oder abdunkelnden Tarnanstrich, der vor allem die Auffälligkeit besonders heller und daher besonders hervorstechender Gebäude/Anlagen mindern sollte;
- das „Aufmalen“ von Tarnbildern namentlich mit Bäumen/Büschen, Wegenetzen oder auch Gebäudegrundrissen bzw. Bombentrichtern, wobei soweit wie möglich versucht wurde, die getarnte Anlage visuell in das Erscheinungsbild ihrer Umgebung einzupassen;
- das Einrüsten formauffälliger Einzelanlagen und Anlagenbereiche sowie das Überdecken mit (vielfach flach auslaufend gespannten) Tarnnetzen/-matten, so dass nicht nur die spezifischen Umriss der Anlagen, sondern auch das Schattenbild modifiziert wurden;
- der Bau von Scheinanlagen in hinreichender Entfernung zur Originalanlage und in weitgehend identischer baulicher Gliederung, um Bombenangriffe „umzuleiten“.

Alle Tarnmaßnahmen, d.h. sowohl die **Farb-** als auch die **Formtarnung**, zielten primär darauf ab, die visuelle Zielerkennung beim Anflug zu stören und zu erschweren. Über eine systematische stereoskopische Analyse von Luftbildern sind sie in der Regel allerdings schnell und eindeutig auszumachen, so dass sie bei der Erfassung von Altablagerungen und Altanlagen der Kriegsjahre als letztlich unproblematisch angesehen werden können.

**Tab. 12:** Tarnmaßnahmen und deren Erkennbarkeit in Luftbildern

Art der Tarnmaßnahmen	Erkennbarkeit in Senkrecht-Luftbildern
<b>Zweidimensionale Tarnmaßnahmen (Farbtarnung)</b>	
<p>Auf großflächigen Gebäuden/Hallen, Plätzen/Freiflächen, Roll-/Flugfeldern: Aufmalen von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kleineren Gebäuden mit Schlagschatten</li> <li>▪ Straßen/Wegen in Fortsetzung des Wegenetzes der Umgebung</li> <li>▪ Bäumen/Büschchen</li> <li>▪ Garten-/Ackerparzellen</li> <li>▪ Bombentrichtern</li> </ul> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Tarnanstrich bei Einzelobjekten: scheckiges Muster, farbliches Nachdunkeln von Dächern, Straßen</p>	<p>Bei Einzelbildauswertung meistens nur unsicher erkennbar Anhaltspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ divergierendes Schattenfallen: echte und aufgemalte Schatten können unterschiedliche Richtungen aufweisen</li> <li>▪ Ränder aufgemalter Objekte: „schärfer“ als die realer Objekte, v.a. bei Bäumen, Büschchen</li> <li>▪ Verteilung aufgemalter Bombentrichter zu gleichmäßig</li> </ul> <p>Bei stereoskopischer Bildauswertung: alle Maßnahmen direkt erkennbar</p>
<b>Dreidimensionale Tarnmaßnahmen (Formtarnung)</b>	
<p>Gerüstkonstruktionen mit halbtransparenten Tarnnetzen/-matten, senkrecht oder abge- schrägt zum Abdecken von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ auffälligen Einzelanlagen wie Tanks, Silos, Gasbehältern</li> <li>▪ Gebäude-/Anlagenzwischenräumen</li> <li>▪ Bahnlinien, Straßenzügen („Netztunnel“)</li> <li>▪ Flugzeugunterständen</li> </ul>	<p>Bei Einzelbildauswertung meistens nur unsicher erkennbar, aber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ abgeschrägte Netze: verkürzte oder keine Schlagschatten</li> <li>▪ nach Regen/Schnee: „Durchpausen“ abgedeckter Anlagen/Gebäude</li> <li>▪ multitemporaler Vergleich: Zustand vorher und nachher</li> </ul> <p>Bei stereoskopischer Bildauswertung: alle Maßnahmen direkt erkennbar, aber: Risiko der Verwechslung abgedeckter Anlagen mit Aufschüttungen</p>
<p>Attrappen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ auf großflächigen Bauwerken: Aufstellen kleiner Gebäude und Bäume/Büsche</li> </ul>	<p>Auch bei stereoskopischer Bildanalyse gelegentlich nur schwer zu erkennen</p>
<p>Errichtung von Scheinanlagen in der Konfiguration der Originalanlage</p>	<p>Bei großräumiger (stereoskopischer) Bildanalyse sicher zu erkennen</p>
<b>Kombination zwei- und dreidimensionaler Tarnmaßnahmen Form- plus Farbtarnung</b>	
<p>Auf großen Gerüst-Netzkonstruktionen: Aufmalen von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kleineren Gebäuden, Bäumen/Büschchen, Straßen/Wegen, Bombentrichtern</li> </ul>	<p>Bei Einzelbildauswertung oft nur unsicher erkennbar Bei stereoskopischer Bildanalyse i.d.R. direkt erkennbar</p>
<p>Nach: MESA, Bd. 9 und „Evidence in Camera“, <i>The National Archives</i>, London, AIR 34/235 ff.</p>	



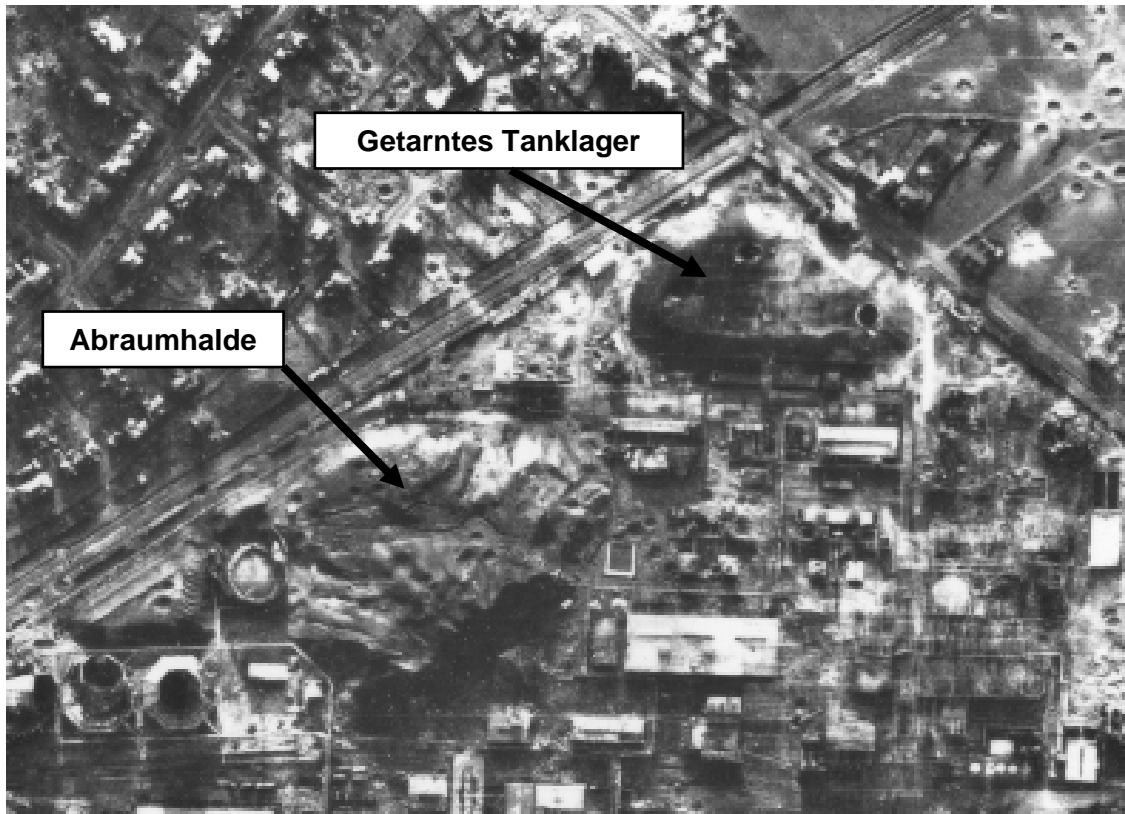
**Abb. 19:** Tarnung durch großflächiges Überdecken von Anlagen

Der Bildausschnitt stammt aus einer Aufnahme vom 4. April 1944 und zeigt – über den in *Abbildung 18* wiedergegebenen Bereich hinaus – in der Hauptsache die Gesamtanlage der Zeche Nordstern III (oben) des Kohlehydrierwerkes der Gelsenberg Benzin AG in Gelsenkirchen-Buer. Beim Vergleich mit *Abbildung 18* ist zu beachten, dass das vorliegende Bild zur Gewährleistung eines anschaulich-plastischen Eindrucks eine andere Anordnung hat: Norden liegt hier in Richtung des rechten Bildrandes.

Weite Teile der Anlage sind, wie leicht erkennbar, durch Gerüste mit Tarnnetzen abgedeckt. Hierzu zählen vor allem die ebenso auffälligen wie schadensanfälligen Tanklager (für Einsatzstoffe, Zwischen- und Endprodukte), ferner aber auch ein Teil der Produktionsanlagen (z.B. Kompressorgebäude, Destillation). Zudem sind die Gleisanlagen und größere Zwischenräume zwischen Gebäuden/Anlagen abgedeckt, so dass es keine anlagentypischen Schattenwürfe gibt.

Im Umfeld (unten) hat der C.I.U.-Bildauswerter die Nebelschutzanlage markiert (s. hierzu Leitfaden Nr. 5). – Die (bei multitemporaler Auswertung leicht rekonstruierbar) seit Ende 1941 ausgebauten Tarnanlagen haben zum Aufnahmezeitpunkt witterungs- sowie vor allem angriffsbedingt bereits so gelitten, dass besonders die Großtanks im Endprodukt-Lager (linke untere Bildecke) leicht erkennbar und damit auch kartierbar sind, und auf Folgeaufnahmen (s. z. B. *Abb. 18*) ist die Tarnung praktisch verschwunden.

Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)



**Abb. 20:** Objektarnung durch Gerüstkonstruktion in Haldenform

Die Aufnahme ist am 19.11.1944 entstanden. Der Bildausschnitt zeigt den südlichen Teil des Kohlehydrierwerkes der Ruhröl AG in Bottrop. Um das (luft)auffällige Tanklager zu tarnen, wurde hier eine Gerüstkonstruktion mit abgeschrägten Matten/Netzen errichtet, die der benachbarten Abraumhalde gleicht. Allerdings ist sie aufgrund ihres allzu regelmäßig-gleichmäßigen Erscheinungsbildes doch relativ leicht als Tarnung auszumachen. Zudem: In der vorliegenden Aufnahme weist die Tarnung mehrere Treffer auf, die sich bei stereoskopischer Bildauswertung klar von den Bombentrümmern in der Halde unterscheiden, weil sie keinen „Boden“ aufweisen, sondern als Löcher (in der Tarnung) auszumachen sind; darüber hinaus pausen sich – im Bildoriginal gut erkennbar – teilweise auch Umrisse der Tanks durch. Um einen möglichst plastisch-anschaulichen Eindruck zu vermitteln, ist der Bildausschnitt „ingesüdet“ (N: zum unteren Bildrand hin).

Bildquelle: LUA NRW – Archiv digitalisierter Kriegsluftbilder zur Verdachtsflächen-Erfassung. Alle Rechte: *The Aerial Reconnaissance Archives* (TARA), Keele, Staffs (UK)



## **Anhang V**

### **V.1 Empfehlungen für die Praxis der Auswertung von Kriegsluftbildern**

Nach derzeitigem (empirischen wie auch theoretischen) Erfahrungsstand sollten – über die in Kapitel 6 formulierten Hinweise sowie den dort (S. 35) genannten LUA-Leitfäden MESA Bd. 11 und „Merkblätter“ Nr. 9 hinaus – bei einem Einsatz von Kriegsluftbildern zur Verdachtsflächen-Erfassung die folgenden Punkte (besonders) bedacht und beachtet werden:

#### **1 Festlegung der Aufgabenstellung des Untersuchungsvorhabens**

##### **1.1 Räumliche Eingrenzung des Untersuchungsgebiets/-objekts**

- a) Bei Standorten, die durch Gebäude/Anlagen mit hoher Angriffsvulnerabilität (z.B. Tanks, ober-/unterirdische Rohrleitungssysteme) charakterisiert sind, sollte das Untersuchungsgebiet die unmittelbare Nachbarschaft (in Form einer räumlichen „Pufferung“ von ca. 50 –100 m) mit einbeziehen, damit eventuelle indirekte Schäden (Sprengwirkung) erfasst werden können (s. dazu in I.1 den Leitfaden Nr. 5, besonders S. 114 f.).
- b) Das Untersuchungsgebiet ist exakt in einer hinreichend großmaßstäbigen Karte (1:5.000 und größer), gegebenenfalls auch nach Gauß-Krüger- oder UTM-Koordinaten festzulegen.

##### **1.2 Sachinhaltliche Eingrenzung des Untersuchungsziels**

Es empfiehlt sich, eindeutig festzulegen, ob die Luftbildauswertung

- a) primär die Zuverlässigkeit vorliegender Betriebs-/Anlagenpläne und Aktenbefunde überprüfen (= „qualitative“ Bildauswertung) oder
  - b) primär eine multitemporale Kartierung als qualitative und quantitative „Befund-/Situationskartierung“ erbringen oder
  - c) beide Zielsetzungen verfolgen
- soll.

##### **1.3 Zeitliche Eingrenzung des Untersuchungsvorhabens**

Als grundsätzliche Alternativen sind hier in Betracht zu ziehen:

- a) umfassende multitemporale Auswertung aller verfügbaren Luftbilder mit hinreichender Detailerkennbarkeit (Maßstab, photographische Qualität),
- b) gezielte „ereignis-/angriffsorientierte“ multitemporale Auswertung: Es werden nur Bilder in die Auswertung einbezogen, die – bei hinreichender Qualität/Detailerkennbarkeit – (kurzfristig) nach Bombenangriffen aufgenommen wurden, also besondere kontaminationsrelevante Situationen dokumentieren (können).

## **1.4 Aufbereitung und Präsentation der Auswertungsergebnisse**

Hier ist darzulegen, ob die Auswertungsergebnisse nur in analoger oder nur in digitaler Form oder aber analog und digital zu erfassen, aufzubereiten und zu dokumentieren sind.

## **2 Aufgabenspezifizierung**

### **2.1 Sachinhalte der Bildauswertung**

- a) Sollen über die Auswertung von Kriegsluftbildern Betriebs- und Anlagenpläne/Aktenbefunde überprüft werden, ist festzuhalten: Anzahl und Art/Differenzierungsgrad der zu bearbeitenden Pläne, Umfang und Differenzierungsgrad der Aktenbefunde. Liegen die Pläne/Aktenbefunde noch nicht vor, sondern sind diese vorab durch Archivrecherchen zu ermitteln, ist – soweit wie möglich – der Umfang der Archivrecherche(n) einzugrenzen, d.h. vor allem die grundlegende Frage zu klären, ob nur auf lokaler Ebene (Stadt-/Kreisarchiv) oder auch auf regionaler oder gar auf nationaler Ebene (Staatsarchiv/Bundesarchiv) recherchiert werden soll. Um hier eine sachgerechte Entscheidung zu treffen, kann es im Einzelfall zweckmäßig sein, eine Vorrecherche durchzuführen/zu beauftragen.
- b) Wird eine Bestands- und Situationskartierung durchgeführt, sind – im Rahmen des Möglichen und entsprechend der fallspezifischen Zielsetzung der Bildauswertung – die erwarteten/erwünschten Kartierungskategorien vorzugeben; grundsätzlich in Betracht kommen:
- Anlagen-/Gebäudebestand,
  - Angriffseinwirkungen, ggf. differenziert nach „kontaminationsrelevanten“ Schadensgraden/-klassen,
  - Altablagerungen: Abgrabungen/Verfüllungen und Aufschüttungen, Kartierung nur nach Verbreitung oder auch nach Mächtigkeiten (einschließlich Ermittlung von Volumina),
  - Bombenrichter, Kartierung nur nach Verbreitung oder Klassifizierung nach Größendimensionen mit Kubatur der möglichen Verfüllungen,
  - Verbreitungskartierung potenzieller Blindgänger-Einschläge.

### **2.2 Genauigkeit der Kartierung und kartographischen Darstellung**

Angesichts der – gemessen an heutigen Luftbildern nachgerade zwangsläufigen – qualitativen Abstriche, die bei der Auswertung der Kriegsluftbilder hingenommen werden müssen, verdient die mögliche geometrische Kartier- bzw. Darstellungsgenauigkeit besondere Aufmerksamkeit. Praktisch bedeutet dies, dass hier bei Kriegsluftbildern die Anforderungen niedriger angesetzt werden müssen/sollten als bei aktuellen Luftbildern.

Um die mögliche Kartiergenauigkeit (näherungsweise) einzuschätzen, kann die folgende (praxisbewährte) Faustformel herangezogen werden:

$$m_B = c \cdot \sqrt{m_K}$$

Hier ist:  $m_B$  = Maßstabsfaktor des Luftbildes  
 $m_K$  = Maßstabsfaktor der Kartierung/Karte  
 $c$  = Konstante, die (auf der Grundlage des photographischen Auflösungsvermögens) für heutige Luftbilder bei etwa 200 oder 300 anzusetzen ist, bei den Kriegsbildern realistischerweise allerdings nur bei 100 oder 130

Hieraus ergibt sich, dass für Kartierungen in den Maßstäben 1:1.000 bzw. 1:2.000 mit dem „maßstabsentsprechenden“ Genauigkeitsstandard Luftbilder in Maßstäben zwischen rund 1:3.200 oder 1:4.100 bzw. 1:4.500 oder 1:5.800 zur Verfügung stehen sollten und für eine maßstäblich lage-höhengenaue Kartierung im Maßstab 1:5.000 Luftbilder in Maßstäben von etwa 1:7.000 bis knapp 1:10.000.

Zwar können die Ergebnisse von Kartierungen, die auf der Grundlage von Luftbildern in mittleren bis kleineren Maßstäben gewonnen wurden, kartographisch in größeren Maßstäben *dargestellt* werden. Allerdings sollte dann bei der Benutzung dieser Karten – etwa zur Planung von Probennahmen – bedacht und beachtet werden, dass die geometrische Genauigkeit der Darstellung in der Regel dem großen Maßstab nicht voll und ganz zu entsprechen vermag.

### **2.3 Dokumentation der Luftbildauswertung**

Um die Auswertung für Nutzer nachvollziehbar zu machen, sind die Rahmenbedingungen und Verfahrensschritte darzustellen. Neben den üblichen generellen Angaben, wie sie in Kapitel 4 des eingangs zitierten Leitfadens MESA Band 11 zusammengestellt sind, gehören hierzu:

- a) Die zur Bildauswertung/-kartierung eingesetzten Geräte (s. dazu auch nachfolgend 3.1).
- b) Eine umfassende Zusammenstellung der Luftbilder, die gemäß BOMPIC Datenbank für das Untersuchungsgebiet bzw. den laut Aufgabenstellung zu bearbeitenden Zeitraum zur Verfügung stehen. Um bei eventuellen Nachrecherchen Doppelarbeit zu verhindern, sind hier auch jene Bilder aufzulisten, die nicht in die Kartierung einbezogen wurden; zudem sollten die der Auswahl der bearbeiteten Bilder zugrunde gelegten Entscheidungskriterien genannt und die konkrete Bildauswahl, speziell hier auch die „Negativ-Auswahl“ begründet werden.
- c) Wurde eine multitemporale Bestands-/Situationskartierung durchgeführt, sind die Erfassungskategorien klar zu definieren und zudem die bildspezifischen Identifizierungsmerkmale – zweckmäßigerweise mit einem so genannten Photo- oder Interpretationsschlüssel (etwa in Form eines „Vergleichsschlüssels“) – zu dokumentieren.

- d) Die Ergebnisse sind einer Wertung zu unterziehen. Dies gilt nicht nur für die geometrische Genauigkeit der Kartierung, also die – wie vorangehend ausgeführt – mögliche Diskrepanz zwischen realisierbarer und de facto kartographisch realisierter Ergebniswiedergabe, sondern auch für die Zuverlässigkeit der Identifizierung von potenziell kontaminationssignifikanten Objekten/Sachverhalten oder Kriegseinwirkungen (hier insbesondere die Lokalisierung von Blindgänger-Einschlägen).

## **2.4 Aufbereitung der Auswertungsergebnisse**

Sollen die Ergebnisse der Luftbildauswertung nur **analog** aufbereitet werden, ist wie bei jeder multitemporalen Kartierung zu entscheiden, wie die Auswertungsergebnisse darstellungstechnisch zu strukturieren und kartographisch wiedergegeben werden sollen, nämlich:

- synchron in einer Kartenserie zeitlicher Querschnitte, die jeweils alle im jeweiligen Zeitraum erfassten Objekte/Sachverhalte in ihrem räumlichen Mit- und Nebeneinander darstellen, oder
- diachron in einer Kartenserie zeitlicher Längsschnitte, die jeweils bestimmte Objekt-/Sachverhaltskategorien, bspw. Gebäude-/Anlagenschäden, in ihren raum-zeitlichen Veränderungen wiedergeben.

Sollen die Ergebnisse **digital** aufbereitet werden, spielt die Frage der kartographischen Ergebnisstrukturierung, also synchrone oder diachrone Umsetzung, keine Rolle, da mit jedem professionellen Geographischen Informationssystem (GIS) beide Varianten der Ergebnispräsentation nach Belieben auf- und abzurufen sind. Allerdings ist bei digitaler Aufbereitung und kartographischer sowie datenbanktechnischer Umsetzung der Auswertungsergebnisse verständlicherweise nachdrücklich auf die Datenkompatibilität zu achten, damit die Auswertungsergebnisse problemlos über das verfügbare GIS mit den bereits vorhandenen verdachtsflächenrelevanten Datenbeständen abgeglichen bzw. verknüpft werden können.

## **3 Rahmenbedingungen und Voraussetzungen**

### **3.1 Gerätetechnische Ausstattung**

In Abhängigkeit von der definierten Aufgabenstellung und deren weiterer Spezifizierung ist hier zu differenzieren:

- a) Auch wenn allein die Zuverlässigkeit vorliegender Betriebs-/Anlagenpläne und Aktenbefunde überprüft werden soll, ist ein Geräte-Einsatz notwendig: Zumindest sollte durchgehend ein Spiegel- oder Scanning-Stereoskop benutzt werden, damit eine zuverlässige visuelle Auswertung der Kriegsluftbilder als dreidimensionale Geländemodelle gewährleistet wird.
- b) Soll eine multitemporale **Kartierung** durchgeführt werden, ist zweckmäßigerweise zu unterscheiden, ob
- analog kartiert, die Kartierung anschließend digitalisiert, in ein GIS integriert und GIS-basiert visualisiert oder

- digital (Workstation-/PC-basiert) kartiert und die Kartierungsergebnisse GIS-basiert aufbereitet und visualisiert werden sollen.

Die bei analog-„konventioneller“ Kartierung erforderliche/wünschenswerte geräte-technische Ausstattung ist aus den vorliegenden LUA-Leitfäden bekannt; zur Ergebnisaufbereitung und -visualisierung sind Standard-GIS einsetzbar. Für einen durchgehend digitalen Workflow, d.h. auch für die digitale Luftbild-Kartierung, kommen unterschiedliche Hard- und Software-Konfigurationen in Betracht.

Bei externer Auftragsabwicklung sollten bei beiden Alternativen nachvollziehbare Angaben zur „konventionellen“ geräte- bzw. zur hard-/softwaretechnischen *soft photogrammetry*-Ausstattung eingefordert werden. Um die verfügbare gerätetechnische Ausstattung einzuschätzen, sollten

- bei analoger Bildauswertung die in I.1 genannten Leitfäden Nr. 4 und 5 herangezogen
- bei digitaler Bildauswertung wegen der schnellen Soft- und Hardware-Aktualisierungszyklen gezielte Internet-Recherchen durchgeführt werden.

### **3.2 Personelle Voraussetzungen**

Dass eine sachgerechte Auswertung von Kriegsluftbildern nur möglich ist, wenn der Auswerter/die Auswerterin entsprechend über die in den o.g. LUA-Publikationen genannten elementaren speziellen Fachkenntnisse und -fähigkeiten (Kartier-, Aufbereitungs- und Visualisierungstechniken) verfügt, muss nicht weiter ausgeführt werden. Zusätzlich (zu den grundlegenden Qualifikationen, die in den in I.1 genannten Leitfäden Nr. 4 und 5 beschrieben sind) erforderlich sind fundierte Kenntnisse und Erfahrungen

- im Umgang mit Kriegsluftbildern, d.h. deren Ermittlung, Auswahl und Auswertung (hier insbesondere: geometrische und photographische Eigenschaften),
- bei der Analyse von Kriegsluftbildern, d.h. der Identifizierung, Einschätzung und Klassifizierung von Kriegsschäden sowie deren potenziellen kontaminationssignifikanten Folgewirkungen (s. in I.1 Leitfaden Nr. 5),
- der analogen bzw. digitalen Verdachtsflächenkartierung sowie
- der GIS-gestützten Ergebnisaufbereitung und -dokumentation/-visualisierung.

Um sicherzustellen, dass die vorgenannten personellen Voraussetzungen erfüllt werden, ist bei externer Auftragsabwicklung der Nachweis entsprechender Referenzprojekte einzufordern. Ebenso sollte bei Überlegungen zur internen Projekt- abwicklung geprüft werden, ob und inwieweit den personellen Voraussetzungen, ebenso aber auch den unter 3.1 genannten gerätetechnischen Rahmenbedingungen entsprochen werden kann.