

## **Interpretation von Sukzessions- und Nutzungsspuren in der Döberitzer Heide aus historischen und aktuellen Luftbildern und Karten**

R. Kalke

### **Anlaß und Ziel des Projektes**

Die jahrzehntelange Nutzungsgeschichte der Döberitzer Heide als Truppenübungsplatz hat bekanntlich ein einmaliges Flächenmosaik aus quasi „ungestörter Natur“, „ungesicherter Deponie“ und „unbeabsichtigtem Naturschutz“ hervorgebracht. Diese abgeschirmte, weitgehend unbekannte Geschichte dieser ca. 50 km<sup>2</sup> vor den Toren Berlins hat einige Fachbereiche bewogen, sich detailliert für die besonderen Entwicklungen auf diesen Flächen zu interessieren.

Bekanntlich werden zur Erfassung der Entwicklung der Erdoberfläche und ihrer fachspezifischen Bewertung häufig Luftbilder herangezogen. Sie sind insbesondere geeignet

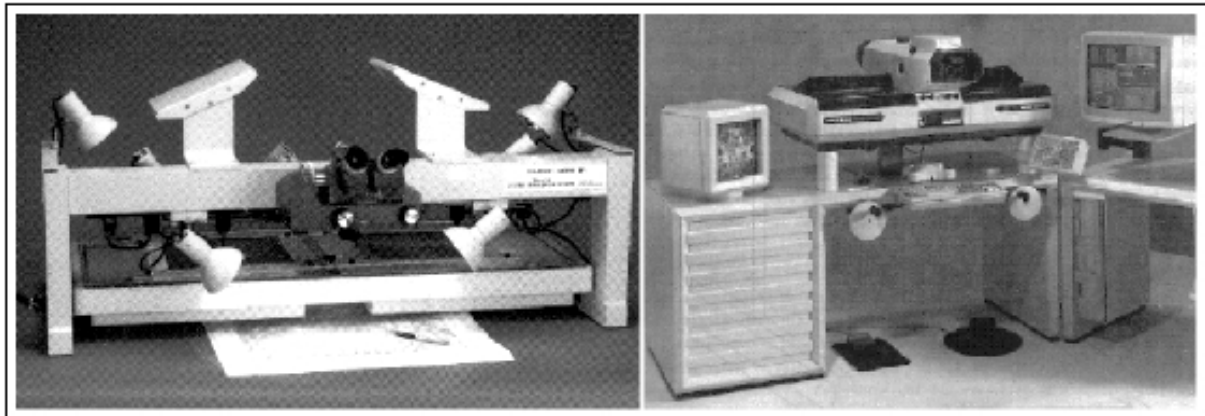
- Überblick zu verschaffen, und Zusammenhänge erkennen zu lassen,
- „Unsichtbares“ (eigentlich: Im Gelände schwer Erkennbares) sichtbar zu machen,
- Messungen vorzunehmen (horizontale und vertikale Objektausdehnungen, Farbmessungen, die den Zustand eines Objektes beschreiben können),
- einen historischen Zustand eines Geländes unverfälscht zu dokumentieren.

Die frühe Entwicklung und Anwendung der Luftbildfotografie in Deutschland hat uns in die besondere Lage versetzt, heute über Luftbilder verfügen zu können, die vor 70 Jahren entstanden sind. Die Aufnahmen der ersten flächendeckenden Befliegung Deutschlands stammen aus den Jahren 1939-1941. Diese sind in Maßstab, Material und Qualität natürlich nicht mit den Bildern, die seit den siebziger Jahren vorliegen, zu vergleichen. Aber es sind fotografische Aufnahmen, die frei von jedem subjektivem Urteil, den Zustand des Geländes zu einem Zeitpunkt wiedergeben. Bemerkenswerter Weise wird von diesen Luftbildern aber wenig Gebrauch gemacht.

Bei dem Versuch, derartige Aufnahmen vergleichend auszuwerten, werden umgehend eine Reihe technischer Anforderungen offensichtlich, die einen nicht unerheblichen apparativem Aufwand erfordern.

So können sich Aufnahmen des gleichen Gebietes vor allem in der Befliegungshöhe, der Objektivbrennweite, dem resultierenden Bildmaßstab, dem Filmmaterial, ggf. dem Bildträger unterscheiden. Das verursacht gemeinsam mit den natürlich gegebenen Veränderungen der gleichen Szene (Sonnenstand, Jahreszeit usw.) vor allem erhebliche Unterschiede in den radiometrischen und geometrischen Verhältnissen der Bilder.

Diese werden in der Regel mit unterschiedlichen Geräten, die die optische Entzerrung der Bilder unterstützen, so weit korrigiert, daß das Ergebnis eines Bildinterpretationsprozesses in eine eingespiegelte Karte eingezeichnet werden kann (Abb. 1). Digitale Analytische Stereo-Interpretoskope stellen auch eine Schnittstelle zur digitalen Kartenerstellung bereit (Abb. 2).



**Abb. 1:** Beispiel eines Zoom-Transfer-Scopes, das die Auswertung der Stereo-Luftbilder und die optische Überlagerung mit Karten ermöglicht.

**Abb. 2:** Ein digitales analytisches Auswertegerät, das multitemporale Auswertungen und die Generierung von Höhenmodellen aus Bildpaaren unterstützt.

Aber auch diese hochentwickelten und präzisen Geräte sind kaum geeignet, Bild- und Kartenmaterial, das sich in Maßstab, Format und radiometrischer Charakteristik (Farbe, Kontrast usw.) stark voneinander unterscheiden kann, vergleichend auswertbar zu machen. Ursache ist vor allem das Material selbst (Papierabzüge und Überformate der Bilder/Karten), daß das Auflegen auf die Bildträger der Apparate nicht ermöglicht.

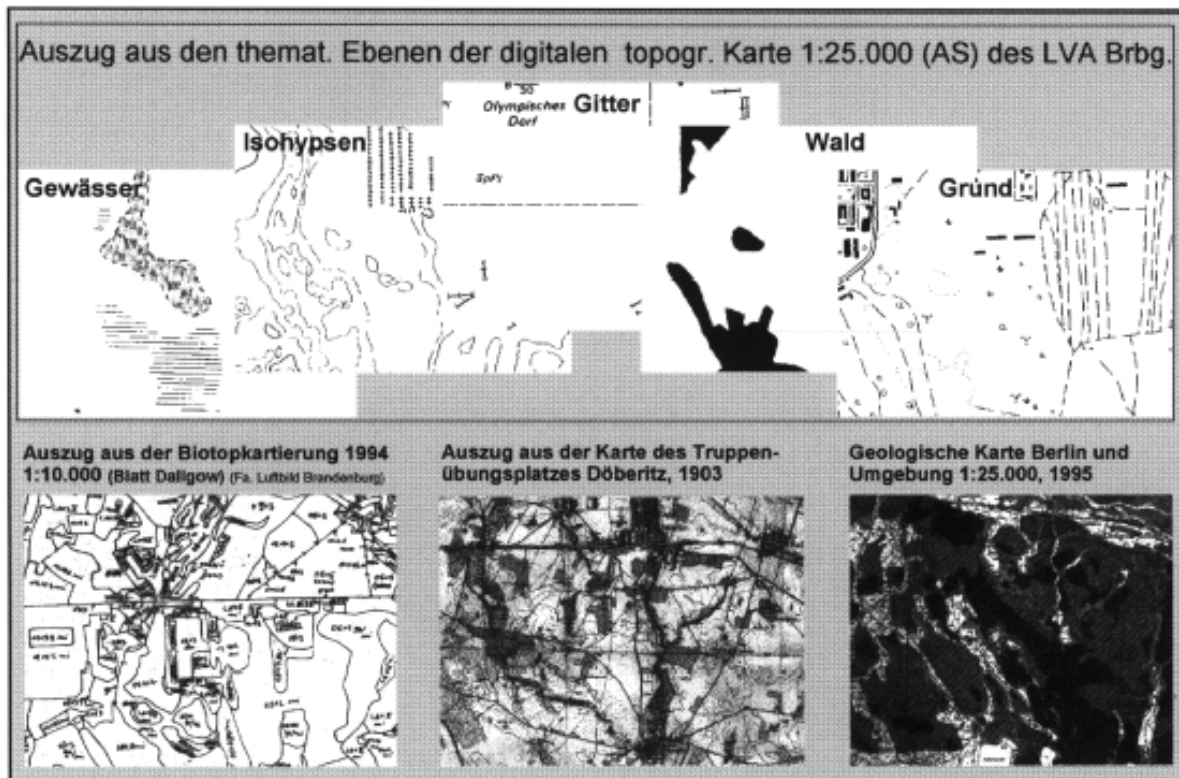
Letztendlich stellen die in derartigen Bildern und Karten festgehaltenen Situationen aber einen erheblichen Informationswert für alle Fachbereiche dar, die sich mit den z.T. sehr detaillierten Entwicklungen dieser Flächen auseinandersetzen müssen.

Das bezeugen vielfältige Anwendungen besonders in der Geographie, der Regional- und Landschaftsplanung und der Forstwirtschaft. Auch in der Geo-, Hydro-, und Archäologie ist der Wert historischer Aufnahmen vielfach nachgewiesen.

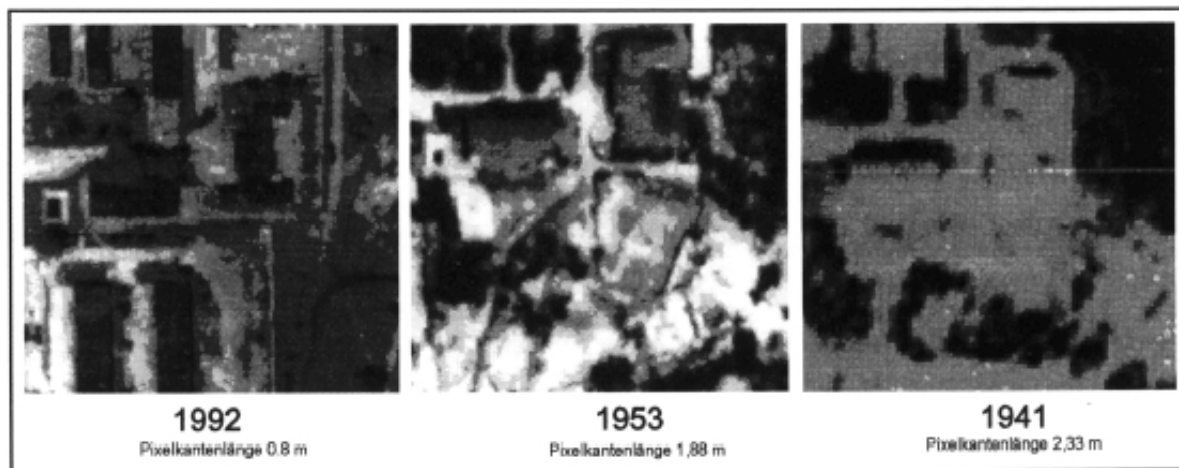
Häufig anzutreffende Anforderungen an die Luftbildauswertung sind die zuverlässige Beschreibung der Landschafts-genese

1. über einen größeren Zeitraum (mehrere Jahrzehnte)
2. über eine große Fläche (mehrere Quadratkilometer)
3. mit genügender räumlicher Auflösung (Dezimeterbereich)
4. in einer nachvollziehbaren und prüfbaren Qualität (Minimierung der subjektiven Fehler)
5. in Verbindung mit bereits in diversen Karten niedergelegten Ereignissen oder Prozessen

Es war naheliegend, daß am Institut für Landschaftsentwicklung, in dem sowohl die Aspekte der Vegetationsentwicklung als auch die Fernerkundungsmethoden einen Schwerpunkt bilden, unter Leitung von Prof. Kenneweg eine kleine Projektgruppe an einem Verfahren gearbeitet hat, das eine bessere Auswertung aktueller und historischer Bilder in einem vertretbarem Aufwand ermöglichen sollte.



**Abb. 3:** Ausgewählte Karten, die zur Georeferenzierung und Auswertung herangezogen wurden



**Abb. 4:** Auflösungsverhältnisse in den Luftbildszenen - der Ausschnitt entspricht 4 ha in der Natur

Die Ergebnisse, die am Beispiel der Döberitzer Heide gewonnen wurden, sollten auch dazu beitragen, die Diskussion über Werte und Gefahren der Konversionsflächen zu versachlichen, die Suche nach Altlasten zu effektivieren und die Luftbilddauswertung als Methode weiterzuentwickeln.

Die Döberitzer Heide bot aufgrund ihrer regionalen und ökologischen Bedeutung, ihrer spezifischen militärischen Entwicklung sowie der „Planungsbrisanz“ ein mehrfach geeignetes Feld.

Nachfolgend sollen kurz das Verfahren geschildert und exemplarisch Auswertbeispiele angeführt werden.

### **Verfahrensansatz**

Für den Truppenübungsplatz Döberitzer Heide konnten wir als interessanteste Zeitschnitte Aufnahmen der Jahre 1992, 1953 und 1941 ausfindig machen. Kürzlich ist noch die Befliegung vom April 1996 hinzugekommen, die bislang aber nur partiell mit einfließen konnte.

Als wichtigste Kartengrundlagen sind die analogen und digitalen (Raster-)Karten des Landesvermessungsamtes Brandenburg, die historischen (Militär-)Karten von 1903 und 1921, sowie thematische Karten der Geologie und der Biotopkartierung zu nennen. (Abb. 3)

Die Aufnahmen und Kartenausschnitte wurden mit einem Flachbettscanner als Graustufen-Bild eingelesen. Aus den Bildmaßstäben und der physischen Auflösung des Scanners ergaben sich Pixelkantenlängen zwischen 0,8 m (1992) und 2,33 m (1941). Die vom CIR-Bild erzeugte Szene von 1992 ist noch geeignet, Einzelobjekte sicher zu identifizieren. Demgegenüber lassen sich in der Luftbildkarte von 1941 nur noch die Umrisse von größeren Objekten zuweisen (Abb. 4). Für den Nachweis von großflächigen Prozessen sind diese Informationen aber durchaus ausreichend und wertvoll. Eine höhere optische Auflösung beim Scannen ist im übrigen auch nur bedingt sinnvoll !

Die Luftbilder der CIR-Befliegung (1992) mußten besonders im Randbereich radiometrisch korrigiert werden. Die Aufnahmen von 1953 und 1941 machten eine flächendeckende Korrektur der Grauwerte notwendig.

Anschließend wurden die Aufnahmen georeferenziert. D.h., in den Luftbildern mußten Punkte (von Objekten) gesucht werden, die sich in topographischen Karten lokalisieren und mit einer geographischen Koordinate versehen ließen. Das ist auf Truppenübungsplätzen mit ihrer besonderen Geschichte (bekanntlich) ein schwieriges Vorhaben. Wir konnten von den etwa 3 bis 4 unter Mühe ermittelten Paßpunkten pro Hektar nur 1 sicher verwenden...

Mit diesen Punkten wurden die Luftbilder auf ein Koordinatennetz entzerrt. Es entstanden mittlere Lagefehler aus der Entzerrung von 0,8 bis maximal 3,5 m. Damit sind Luftbildmosaiken für alle Jahre in einer für uns ausreichenden Genauigkeit errechnet worden (Abb. 5).

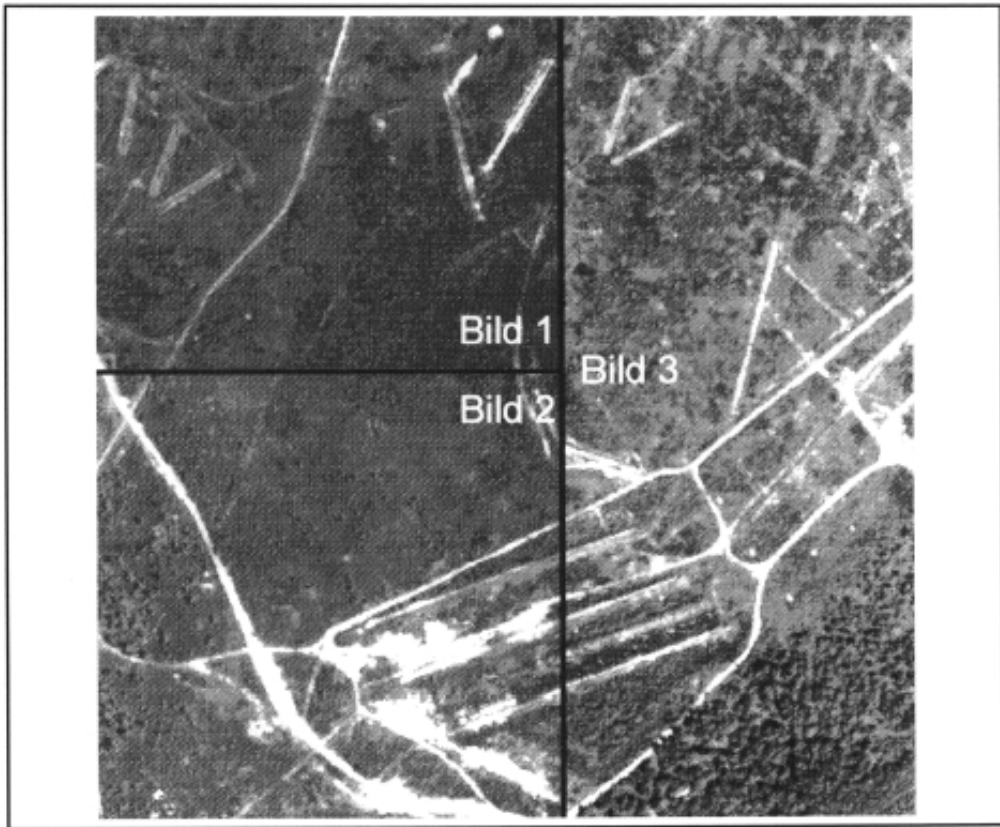
Die Geokodierung hatte nicht nur die Bildung von Bildmosaiken zum Ziel, sondern vor allem die „Verortung“ aller Aufnahmen und Karten. Das war die Voraussetzung, um am Rechner auf jeden beliebigen Punkt in jeder sinnvollen Kombination zwischen Bild und Bild oder Bild und Karte und in jedem beliebigen Maßstab zugreifen zu können. Auch die für die Interpretation notwendige, geometrisch genau referenzierte Kombination von Luftbild und Karte konnte damit erreicht werden. Abb. 6 zeigt den Ausschnitt einer einfachen (einbandig, monochromen) Überlagerung.

Ergebnis der geometrischen Entzerrungen und radiometrischen Anpassungen der Luftbilder war ein synthetisches, multispektrales Bildkomposit, aus dem am Rechner wahlweise die für die Auswertung interessanten Informationsebenen herausgelesen werden konnten.

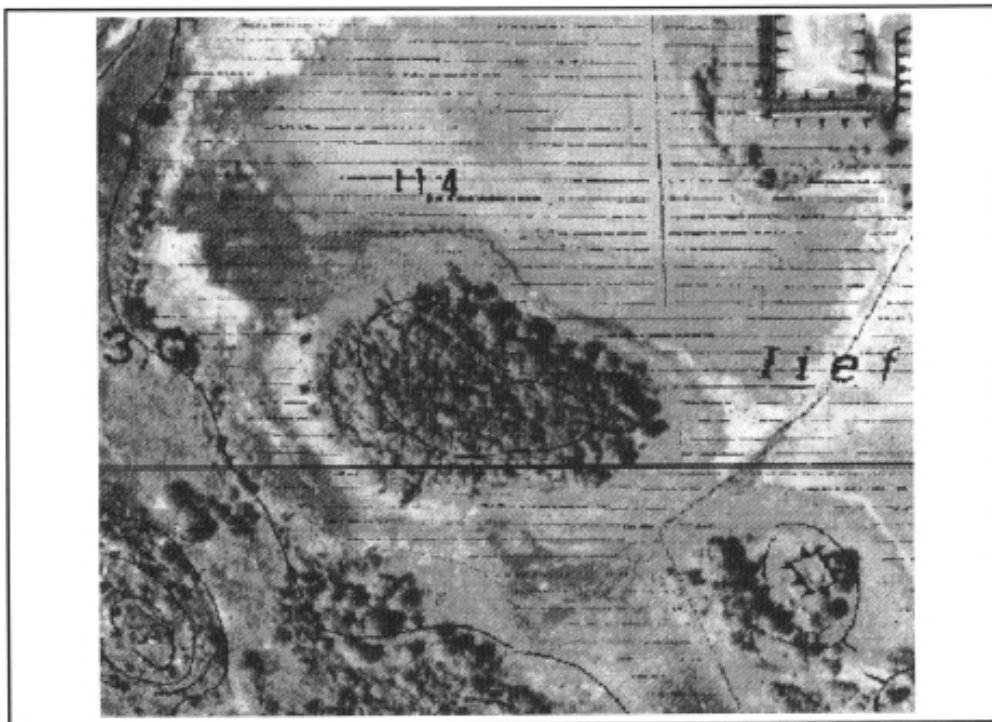
### **Auswertverfahren**

Dem Betrachter zeigt sich bei der dreikanaligen Darstellung der Luftbildszenen ein ungewohntes und sich nicht selbst erklärendes Bild.

Hintergrund der Farbentstehung - die hier graphisch nicht adäquat wiedergegeben werden kann - ist das Prinzip der additiven Farbmischung. Am Bildschirm können sowohl das RGB-Farbkomposit (Kombination der Grauwertbilder auf dem roten, grünen und blauen Kanal), als auch die Einzelszenen



**Abb. 5:** vergrößerter Ausschnitt aus einem Bildmosaik, das aus drei Bildern entstand



**Abb. 6:** Beispiel einer einfachen Überlagerung von Luftbild und Höhenlinien-Karte

betrachtet werden. Am Rechner ist ein Hin- und Herschalten zwischen den Szenen und Kanalkombinationen möglich. Das ermöglicht auch die Interpretation von Erscheinungen, die im Komposit nicht sofort deutbar sind. Gegebenenfalls können verbliebene Restfehler aus der geometrischen und radiometrischen Korrektur berücksichtigt und bei Bedarf noch nachgerechnet werden. Das hat sich nach unserer Erfahrung jedoch nur bei sehr detaillierten Auswertungen (Maßstabsbereich größer als 1:2.000) als notwendig erwiesen.

Mit der Kenntnis der Farbentstehung und der Möglichkeit, zwischen den Szenen schnell zu wechseln, ist der Interpret in der Lage, zunächst im Überblick nach bestimmten Farbkombinationen zu suchen, diese auf die realen (luftbildsichtbaren) Ursachen hin abzuklären und dann im Detail zu interpretieren und zu analysieren.

Ein Vorteil dieser digitalen Arbeitsweise ist auch die Möglichkeit, unmittelbar am Bildschirm zu digitalisieren, Karten zu erzeugen, und sich auch anderer rechnergestützte Verfahren bedienen zu können (Datenbanken, GIS, Netze usw.).

Auf ein Problem der Raster-Datenverarbeitung muß man sich jedoch hinreichend einstellen. So entsteht beim Scannen eines Luftbildes in einem Bildmaßstab von 1:10.000, das in einem Ausschnitt von 20 x 20 cm mit 300 dpi aufgenommen wird, und damit eine Bodenauflösung von ca. 0,8 m erreicht, bereits eine Datenmenge von ca. 6 MB. Bei gewünschter - und heute leicht erzielbarer - größerer Bodenauflösung, (z.B. 400 dpi, Bodenauflösung 0,6 m) ist pro Bild bereits mit fast 11 MB zu rechnen. Berücksichtigt sollte hier nicht nur der - mittlerweile erschwingliche - Speicherplatz werden, sondern auch der zeitliche Aufwand beim Bearbeiten der Szenen (Einlesen, Rechenzeiten, Daten-Sicherung usw.). Dieser ist dem tatsächlichen Informationsgewinn aus der höheren Auflösung gegenüberzustellen. Andererseits sollte man auch nicht zu schnell auf Detailinformation verzichten, da - wie beschrieben - die Luftbilder einem Verarbeitungsprozeß unterzogen werden müssen, der die Bilder auswertbar macht. Eine nachträgliche Bildverbesserung zu „grob“ aufgenommenen Bildern ist also nicht ohne weiteres möglich.

Für die Erkennbarkeit und Ansprache von einzelnen landschaftsplanerisch relevanten Objekten, also Buschgruppen, Bäume, Übergangs- und Randbereiche sind optische Auflösungen (analog: optisch in [Linien/mm]; digital: Pixelgröße in [dpi]) knapp unterhalb der 1-m-Grenze hinreichend. Die Scandichte kann - gesetzt den Fall, daß die Bildqualität ausreicht - dann entsprechend dem Bildmaßstab berechnet werden. Dieses Auflösungsvermögen erreichen mittlerweile alle gängigen Büros Scanner.

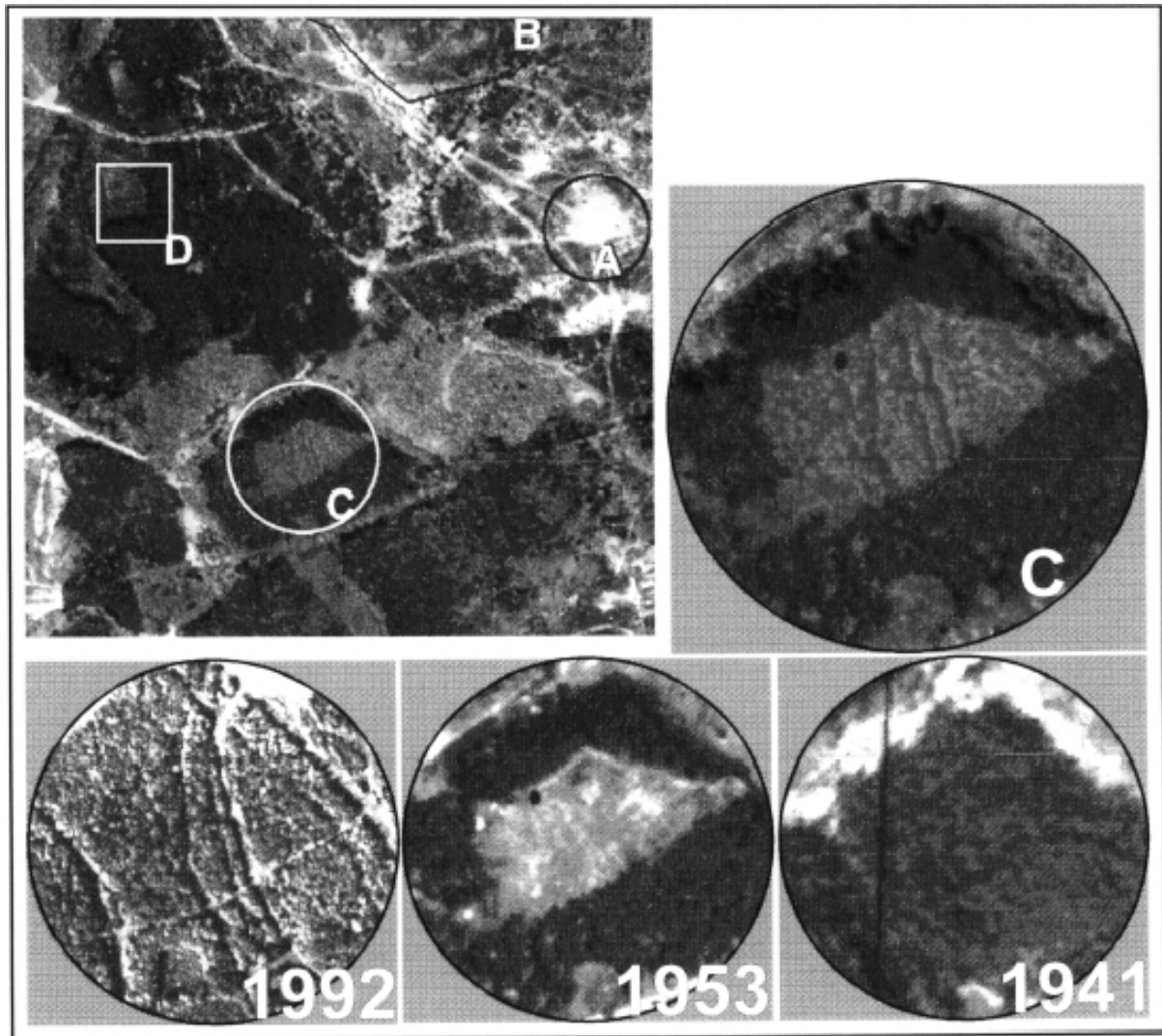
Für sehr ungünstige Maßstäbe (große Maßstabszahlen) ist die optische Auflösung fotografischer Filme, die neben dem Objektcontrast und der Blendenöffnung von der Korngröße des Films beeinflusst wird die maßgebliche Größe. Diese beträgt etwa 20 bis 50 Linien/mm. D.h., theoretisch können auch Aufnahmen mit Aufnahmedichten von 1.000-2.500 dpi für die Auswertung aufbereitet werden. Jedoch wären hier spezielle Scanner notwendig.

Bei historischen Aufnahmen sind die Verhältnisse ungünstiger. Ursache ist nicht nur das schlechtere Bildmaterial, sondern auch der Umstand, daß man in der Regel Bilder erhält, die Kopien von Kopien sind.

### **Ausgewählte Ergebnisse**

Die durch die Auswertung des Bild- und Kartenmaterials erfaßten Entwicklungen auf dem Truppenübungsplatz werden z.Zt. in unterschiedlichen thematischen Karten erfaßt. Zusammenfassende oder gar auf andere Konversionsflächen übertragbare Aussagen können nur in ersten Ansätzen getroffen werden.

So ist bereits heute offensichtlich, daß ein über den Untersuchungszeitraum zwischen 1941 und 1992 lokal außerordentlich reger Nutzungswandel einzelner Teilflächen stattgefunden haben muß.



**Abb. 7:** sw-Darstellung eines Bildkomposites, das aus der Farbkombination von Rot, Grün und Blau besteht. Die Erscheinung in den Einzelszenen ist am Beispiel des Ausschnittes „C“ unten dargestellt.

Es sind neben flächenhaften Erweiterungen beispielsweise von Schießplätzen auch „Brachfallen“ von zuvor militärisch genutzten Flächen zu erkennen, die heute selbst im aktuellen Luftbild nur noch mit Mühe erkennbar sind. Bodenuntersuchungen besonders bei einigen dieser Flächen sind angebracht. Auffällig sind auch die Verlagerung von Panzertrassen um wenige Meter neben die alten.

Andere Flächen zeigen demgegenüber eine nahezu ungestörte natürliche Entwicklung, die sich in einem mehr oder weniger intensivem Aufwuchs von Wald oder Vorwaldstadien dokumentieren läßt. Inwieweit die gelegentlich auf diesen Flächen arbeitenden Forstbetriebe wirtschaftend Einfluß ausübten, konnte noch nicht erfaßt werden. In dieser Kategorie sind die Areale, die sich für den militärischen Übungsbetrieb wenig eigneten - besonders aufgrund ihrer verminderten Tragfähigkeit des Grundes (Feuchträume). Natürlich und anthropogen verursachte schwankende Wasserstände in diesen Gebieten sind von den Sowjets z.T. reguliert worden, was bei der Bewertung der Natürlichkeit berücksichtigt werden sollte.

Bereiche, mit Trocken- und Magerstatus sind, soweit sich das aus den Bildern entnehmen läßt, in der Regel auch militärisch genutzt worden. D.h., sie sind durch Fahrzeuge oder Truppen häufig so intensiv genutzt worden, daß hier nicht von einer natürlich offengebliebenen Landschaft gesprochen wer-

den kann. Die Flächen eigneten sich offensichtlich aufgrund ihrer vergleichsweise schwachen Neigung zu Verbuschung besonders gut für militärische Übungen.

Nachfolgend sollen aus einem kleinen Ausschnitt im Südwesten der Döberitzer Heide einige Beispiele, die gewisse typische Erscheinungsbilder liefern, die Landschaftsdynamik und den Interpretationsprozeß verdeutlichen. Die Erscheinung im Komposit wird grob beschrieben.

Der mit „A“ gekennzeichnete Bereich erscheint im Bildkomposit weiß, d.h., diese Fläche war zu allen Aufnahmezeitpunkten stark reflektierend. In keiner der Szenen (1941, 1953, 1992) sind dort nennenswerte Spuren von Vegetation zu erkennen. Es handelt sich also um ein Gebiet, das langjährig weitgehend vegetationsfrei war, vermutlich vor allem aufgrund intensiver Fahrbewegungen (Kreuzungspunkt einiger Fahrtrassen).

Bereich „B“ zeigt eine relativ großflächige, gelblich-rote Farbdominanz. Diese resultiert aus sehr schwacher homogener Reflexion im Jahre 1941 (dichter Nadelwald), schwacher, fleckiger Reflexion in 1953 (Grasland bis aufkommendes Knüppelholz), und deutlich strukturierter Reflexion in 1992 (junger Mischwaldbestand mit Durchwegung). Zwischen 1941 und 53 muß hier also eine flächenhafte Abholzung bzw. ein Brand stattgefunden haben, der deutlich nach 1953 erst zum Aufkommen des heute anzutreffenden Mischwaldes geführt haben kann, da die Baumhöhen auf ungestörtes Wachstum etwa seit der ersten Hälfte der siebziger Jahren hindeutet.

Im Bereich „C“ ist ein signifikantes grünes Trapez auffällig. Ursache ist die Veränderung von 1941 (dichter Laubwaldbestand) über die in 1953 deutliche Auflichtung - vermutlich als Biwakplatz - und dem raschen Aufwuchs (u.U. auch als Aufforstung ?), der in der Szene von 1992 zu kaum noch wiederzuentdeckenden Spuren in der Vegetationsbedeckung führte.

Im Bereich „D“ ist ein blau-violettes Quadrat signifikant. Hier schlägt sich die stark reflektierende Fläche 1941, der schon deutliche, aber baumlose Aufwuchs in 1953 und die heute fast vollständig bewaldete Erscheinung nieder. Die Rodung und Nutzung in den Vierziger Jahren (Exerzier- oder Schießplatz) muß zumindest zeitweise in den frühen Fünfzigern fortgesetzt, aber vermutlich noch in dem Jahrzehnt aufgegeben worden sein.

Für uns, die wir mit dem Verfahren erstmals, flächendeckend und dabei doch recht detailliert in die Entwicklung der Döberitzer Heide blicken konnten, drängt sich die Erkenntnis auf, daß jeder Hektar des Gebietes eine eigene Geschichte hat. Sie zu typisieren, ist nur bedingt förderlich. Um sie zu erkunden und standortgerechte, der Ökologie des Gesamtgebietes zuträgliche, nachhaltige und bezahlbare (vgl. Beitrag Vogt) Umgestaltungskonzepte zu entwickeln, ist interdisziplinäre Zusammenarbeit und Forschung notwendig. Zu diesem Resümee gelangte man bereits aus unterschiedlichen Richtungen. So z.B. bei der Altlastensuche, ihrer realen Gefahrenabschätzung und realisierbarer Sanierung, die bei der Konversion ehemals militärisch genutzter Flächen notwendig ist. Diese interdisziplinäre Arbeit aber zu initiieren, zu organisieren und zu realisieren (finanziell zu fördern) ist ein Problem ganz speziellen Ausmaßes.

### **Anschrift des Autors**

Dr. R. Kalke  
Technische Universität Berlin  
Institut für Landschaftsentwicklung  
Skr. FR 2-6  
Franklinstraße 28/29  
10587 Berlin