

Nachrichten aus Niedersachsen Urgeschichte	Band	Seite	Stuttgart 1997
NNU	66(1)	303-309	Konrad Theiss Verlag

Morphing in der Luftbildarchäologie

Verbesserte Interpretation von archäologischen Bodenmerkmalen durch Generierung von Bildanimationen.

Von
Hans-Eckhard Heller

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung:

Schon seit Jahren leistet die Luftbildarchäologie ihre Dienste zur Prospektion von unterirdischen Denkmälern. Luftbilder werden ausgewertet und Ergebnisse inventarisiert. Die Interpretation der zum Teil schwachen Bodenkennzeichen ist im weiteren Verlauf eine wichtige Grundlage für die Planung der einzuleitenden Grabungen. In verschiedenen Veröffentlichungen wurde bereits auf den hohen Dokumentationswert archivierter Luftbilder des Landesvermessungsamtes hingewiesen: In diesen oft mehrere Jahrzehnte alten Bildern zeichnen sich Bodenmerkmale in noch erstaunlicher Ausprägung ab, wobei diese heutzutage längst nicht mehr erkennbar sind. Es wird gezeigt, daß zwischen den einzelnen Jahrgangsbildern in den Zeitzwischenräumen Bildsequenzen interpoliert werden können (MORPHING), die in ihrer Gesamtheit als Bildfolge einen dynamischen Filmeffekt erzeugen können: ein Hilfsmittel, das Bildmaterial interpretativ noch effizienter zu nutzen (z. B. Aussagen zum Langzeitverhalten von Bodenmerkmalen).

Summary:

For many years aerial archeology has been acting for the detection of underground sites. Aerial photographs are evaluated and results documented. The interpretation of weak groundmarks is in the following an essential basis for the planning of digging. The high documentation value of archived air-photography of the state surveying department has been referred to in several publications: In several decade-old pictures groundmarks demonstrate an immense marking, whereas nowadays they are not visible anymore. In this article it will be shown that it is possible to interpolate synthetically image sequences between given photographs (Morphing). This sequence results in a dynamic effect: An aid to use the photographs more efficiently for longterm-behavior of archeological ground marks.

1. Bildmaterial, archäologische Nutzungsmöglichkeiten

Grundlage sind *photogrammetrische Luftbilder* des Landesvermessungsamtes (Bildmaßstab 1:12.000, Format 23 x 23 cm²), archiviert seit den 50er Jahren, geflogen für die Erstellung und laufende Fortführung der amtlichen *topographischen Kartenwerke*. Der Aufnahmezyklus liegt in der jüngeren Vergangenheit je nach Besiedlungsdichte bei zwei bis fünf Jahren (HELLER 1995. Ferner: DEUL 1981. GEBERS, SCHWARZ 1989. BRAASCH 1993. BRAASCH, MÖLLER 1994. SONG 1993. PINGEL, SONG 1995).

Gegenstand der Untersuchung sind zwei archäologische Bodenmerkmale aus Niedersachsen (*Abb. 1*):

a. **Lüningsburg** (Stadt Neustadt/Rbge), Bildflüge aus den Jahren 1969,71,75,83.

Mit ca. 1,4 ha gehört die Lüningsburg zu den größeren Ringwällen in Niedersachsen, auf einem Terrassenvorsprung oberhalb der Talau der Leine gelegen. Die Funde in der Holz-/Erde-Befestigung lassen auf eine Benutzung vom 9. bis ins 10. Jahrhundert schließen (HEINE 1981; 1985).

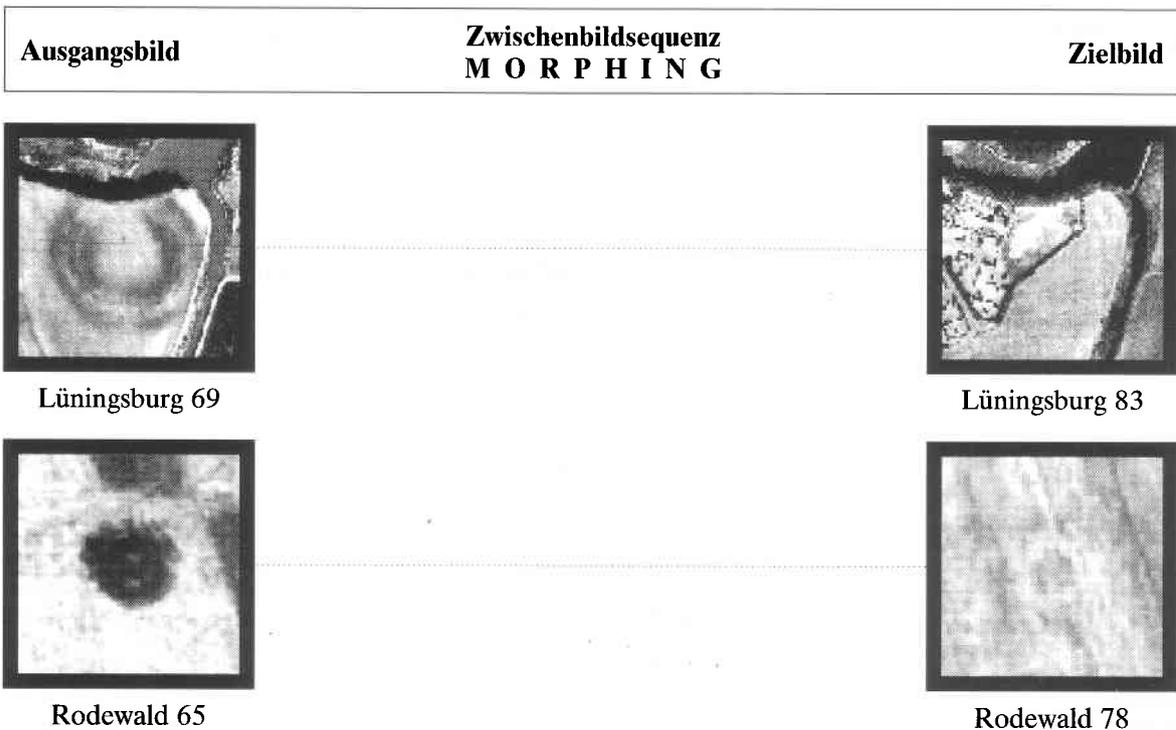


Abb. 1 MORPHING zwischen A und Z

Betrachtet man die einzelnen Jahrgangsausschnitte, so fällt die kaum unterschiedliche Ausprägungsart auf, kaum Variation, wobei im letzten Ausschnitt die Verfärbung abgetaucht ist. Das *Morphing* wird nicht sehr viel Bewegung in den Ringwallstrukturen zeigen, ein interessanter Nebenaspekt ist aber, daß die Erweiterung der Friedhofsanlage vom Bild 71 auf 75 in den Zwischenbildern allmählich synthetisch aufgebaut wird. Hier wird der Effekt des *Morphing* besonders deutlich (siehe *Abb. 2*).

b. Ringwallanlage in der **Schotenheide**/Gde. Rodewald, Bildflüge aus den Jahren 1965,72,74,78.

Diese Ringwallanlage gehört zu einer großen Gruppe von Anlagen, die bis vor wenigen Jahrzehnten über die Schotenheide verteilt waren. Auch der Ringwall des Landwirts F. Poppe war bereits in der Preußischen Landesaufnahme (TK von 1897) kartiert; Funktion und Alter unbekannt (HELLER 1987; 1988).

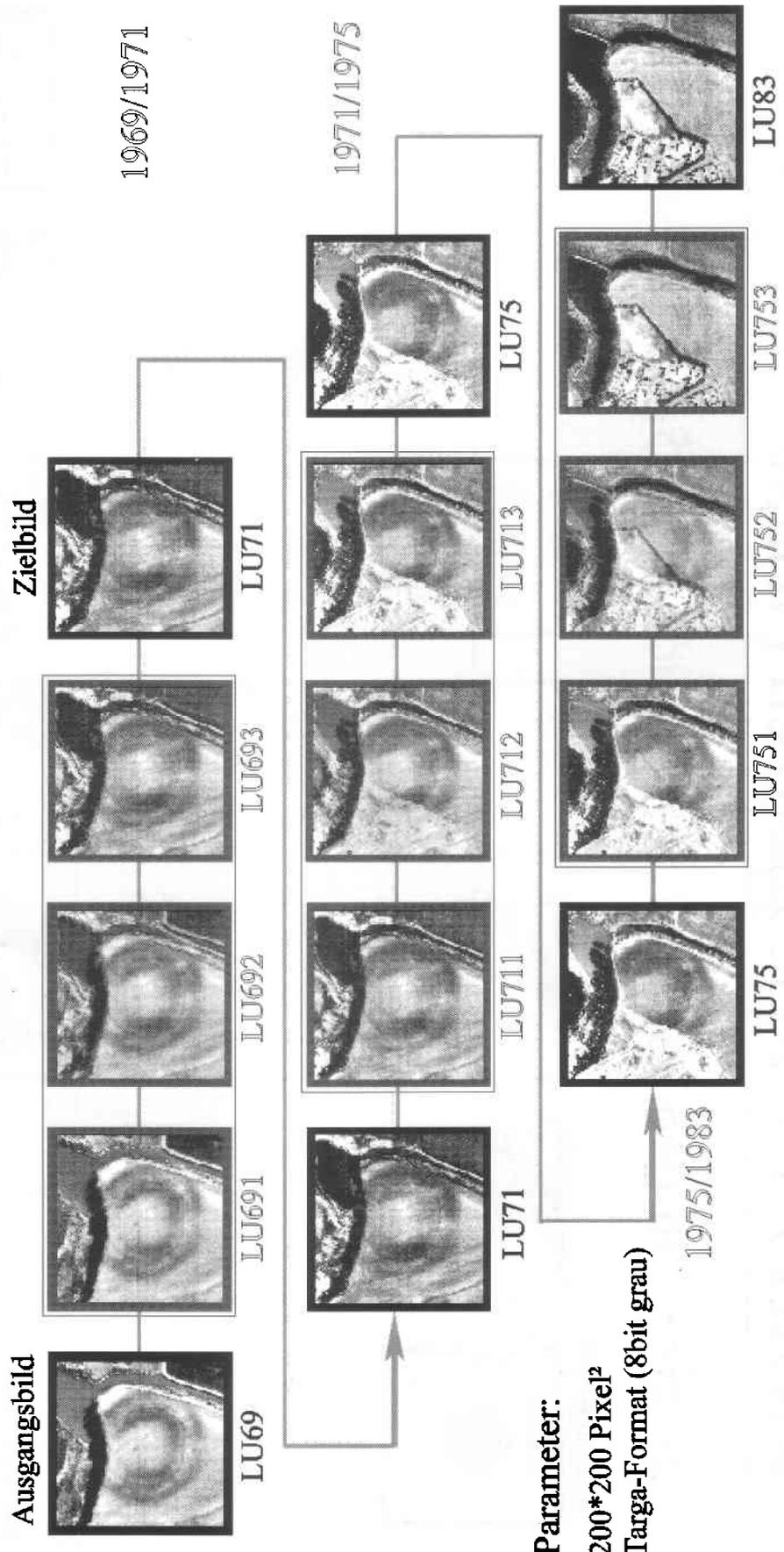
Bei dieser Sequenz liegt ein Sonderfall vor: Im ersten und zweiten Bild ist das Objekt noch in seiner dreidimensionalen Ausprägung sichtbar, zum einen eine mit Laubbäumen und Gestrüpp bewachsene Ringstruktur, zum anderen wahrscheinlich unmittelbar nach seiner Abholzung (1972); die Folgebilder 74,78 (nach der Einebnung) sind reine 2D Bodenmerkmale. Verglichen mit der Lüningsburg kommt durch das *Zwischenbild-Morphing* die Variation der Objektanschauung sehr eindrucksvoll zum tragen (siehe *Abb. 3*).

Die Durchsicht der einzelnen Bilder macht schnell deutlich, daß der Informationsgehalt der Objekte im Laufe der Jahre abgenommen hat; von einer guten Erkennbarkeit bis hin zur völligen Unsichtbarkeit. Die Bildausschnitte der einzelnen Jahrgänge mit den interessierenden Objektmerkmalen können nun einzeln bildmanipulierenden/-aufbereitenden Operationen unterzogen werden (Kontrastverbesserung, Kantenverstärkung), bevor eingehende fachspezifische Interpretationen vorgenommen werden. Auf die Möglichkeiten dieser Vorgehensweise wurde vom Verfasser hingewiesen.

Eine Erhöhung der Interpretation könnte durch eine *Dynamisierung der „statischen“ Einzelbilder* erzielt werden: Nehmen wir die 4 Bilder der Lüningsburg, die hintereinandergeschaltet nichts anderes als eine Art Film über das Veränderungsverhalten der archäologischen Merkmale darstellen. Vier Bil-

MORPHING-Sequenzen (WinMorph v1.2)

1) Lüningsburg (Neustadt/Rbge.) (1969, 71, 75, 83)



Parameter:

200*200 Pixel²

Targa-Format (8bit grau)

1975/1983

Abb. 2

MORPHING-Sequenzen (WinMorph v1.2)

2) Ringwall (Rodewald/Schotenheide) (1965,72,74,78)

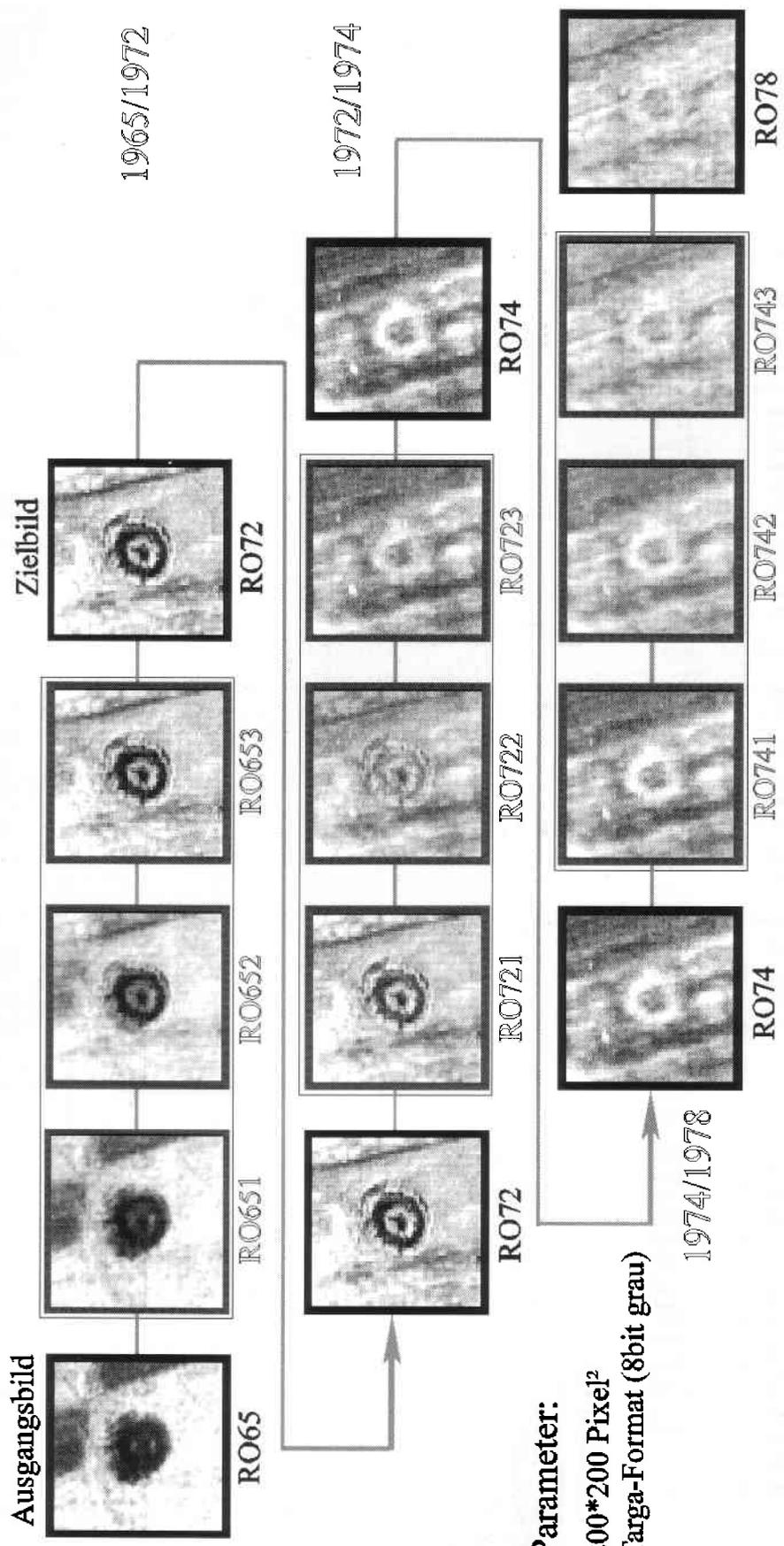


Abb. 3

der sind aber zu wenig, die Sprünge zwischen den Bildern zu abrupt. Also versuchen wir, einen Film zu „drehen“, indem zum einen ausreichend viele Bilder zwischengeschaltet werden, zum anderen gleichzeitig aus den Bildsprüngen harmonisch gleitende Übergänge erzeugt werden. Machen wir uns also das „*Morphen*“ auf dem Computer zunutze und schon haben wir Bildfolgen, die als *Diashow* oder als *Videoanimation* die archäologischen Merkmale plastischer erscheinen lassen.

2. MORPHING

Morphing ist eine englische Begriffsprägung, die als Mutation am Computer verstanden werden kann. Vom griechischen Wortstamm her („*morphe*“ griech. „Gestalt“) verbirgt sich hinter der Morphologie die Lehre von der Gestalt- und Formenbildung.

Bekannt geworden sind Morphing-Effekte u. a. im Kinohit „Terminator 2“ mit Arnold Schwarzenegger, wo synthetische Effekte Gestaltsveränderungen von Körperteilen erzeugen. Handelt es sich hier um rechenintensives 3D-Morphing, wollen und können wir uns auf das reduzierte zweidimensionale Morphing von ebenen Objekten beschränken.

Grundlage beim Morphing sind ein *Ausgangsbild* (A) und ein *Zielbild* (Z). Bilder bzw. *Bildsequenzen* entstehen durch *lineare Interpolation* zwischen beiden. Konkret durchdringen sich A/Z gegenseitig (engl. *Disolution, Fusion*), gewichtet durch den Abstand zu A/Z. Ein Bild aus unserer Jugend als „A“, eines von heute „Z“ lassen durch Generierung einer Zwischenbildfolge die Veränderung des Gesichtsausdrucks verbildlichen. Ist die Anzahl der Zwischenschritte höher aufgelöst (10–20), läßt sich der Veränderungsvorgang in Form eines schnell ablaufenden Filmes darstellen. Notwendig sind zwei Netze, die A und Z überlagert werden, wo identische Punkte für die geometrische Transformation sorgen. Je nach Software-Produkt wird auf *quadratische Raster* zurückgegriffen oder auf *Triangle-Netzmaschen*.

Mutiert in einer Morphing-Demonstration Ronald Reagan zu Boy George, so gelingt dies nur, wenn z. B. der Netzpunkt im linken Auge von „A“ auf das korrespondierende Auge in „Z“ zeigt. Je nach *Detaillierungsgrad der Feinstrukturen* wird somit ein mehr oder weniger fein aufgelöstes Netzraster notwendig für die *geometrische Transformation* der radiometrischen Grauwertinformation. Dieser Vorgang wird auch als „*Warpen*“ bezeichnet.

In unserem Anwendungsfall können dies zwei gleiche Raster/Netze sein, da die archäologischen Bodenmerkmale der verschiedenen Aufnahmezeitpunkte in ihrer Form und Größe unverändert vorliegen, lediglich die Sichtbarkeit, d. h. die Güte der visuellen Ausprägung, erscheint unterschiedlich. Genauer genommen nimmt sie bei den vorliegenden Bodenmerkmalen ab, verständlich, wenn man bedenkt, daß die Intensivierung der landwirtschaftlichen Kultivierungsmaßnahmen die Merkmale immer weiter verwaschen und unkenntlich machen.

3. Bildsequenzengenerierung durch MORPHING

Hardware/Software-Voraussetzungen:

HW: Intel-Pentium basierender PC, Primax ColorHandScanner (600dpi, 10.5 cm Scanbreite), Farbtintenstrahldrucker Canon BJC-4000.

SW unter MS Windows95:

Scan-Software *Finishing Touch v1.0*

Morphing-Software *WinMorph v1.2*

DiaShow-Software *QuickShowLight*

Animations-Software *Autodesk Animation Player v1.10*

Diese HW/SW-Konfiguration ist exemplarisch; hardwaremäßig sollte zumindest der *MPC-Level2* berücksichtigt werden. Die prinzipielle Vorgehensweise ist davon nicht betroffen.

Datenerfassung/Scanning:

Für andere Zielsetzungen geflogen, bilden sich die archäologischen Bodenmerkmale recht klein ab: Die beiden Ringwälle haben im Original-Luftbild nur eine Ausdehnung von 1 bis 3 cm!! Im ersten Schritt wird der Bildbereich großzügig gescannt, danach der konkrete Ausschnitt mit einer Maske herausgestutzt und als Bilddatei im *Targa-Bildformat* (*.TGA) abgelegt. Dieser Vorgang geschieht mit jedem Jahrgangsbild. Daß in allen Bildern der gleiche Ausschnitt herausgenommen wird, kann dadurch erreicht werden, daß die *quadratische Bildmaske* (200*200 Pixel) jeweils konzentrisch zum Ringwall plaziert wird. Sollten bildverbessernde Maßnahmen notwendig sein (Kontrast/Kanten), ist dies mit konventionellen Bildverarbeitungsprogrammen möglich (*Corel PhotoPaint, Aldus PhotoStyler, Micrografx PicturePublisher*).

Datenverarbeitung/Morphing:

In der Morphing-Applikation muß ein Ausgangsbild (Origin), ein Zielbild (Destination) bereitgestellt werden. Beiden überlagert werden muß ein Quadratnetzraster, welches den geometrischen Bezug zwischen A und Z herstellt. Ein *SequenceControlPanel* (Steuerfenster) beinhaltet alle einzustellenden Steuerparameter, u. a. die Anzahl der zu erzeugenden Zwischenbilder.

Datenmengen:

Die A/Z-Grauwertbilder (200² Pixel, 8 Bit grau) belegen jeweils 40KB. Das Morph-Programm generiert 24bit-Targa-Bilder. Für die 3 Sequenzabschnitte à 3 Zwischenbilder (insgesamt 13) kommt man auf nicht viel mehr als 1MB. Selbst bei höheren Auflösungen bleibt das Aufkommen in überschaubarem Rahmen. Für eine später anstehende operationelle Phase besteht ohnehin die Möglichkeit, die Bildsequenzen zu komprimieren für die Erstellung von FLI-Animations-Files.

4. Möglichkeiten/Schlußfolgerung

Wie so oft werden Erkenntnisse/Erfahrungen auf fremden Wissensgebieten gesammelt, bevor deren Potential für eigene Anwendungsfelder erkannt werden können. Wird dreidimensionales Morphing in der Filmindustrie operationell eingesetzt, die Plastizität der Darstellungsformen ist beeindruckend, warum sollten wir uns diese Technik nicht für zweidimensionale Objekte in der *digitalen Luftbildarchäologie* zunutze machen, speziell im Sinne einer Verbesserung der prospektiven Interpretation?

So wie ein Blick aus der Vogelperspektive wesentlich mehr zeigen kann als ein Mensch am Erdboden sieht, so bieten mehrere (statische) Jahrgangsbilder von demselben Objekt noch mehr. Füllt man die Zwischenräume mit interpolierten Bildern, die die Bildübergänge immer weiter harmonisieren und homogenisieren, so läßt die *Dynamik einer Animation* weitergehende Ergebnisse erahnen. Kann ein Laie diesen „Show“-Effekt nur bestaunen, so ist es erst der Experte, der diese neuen Möglichkeiten durch sein Fachwissen nutzen kann und in effektivere Arbeitsabläufe umzusetzen imstande ist.

LITERATUR:

- BRAASCH, O. 1983: Luftbildarchäologie in Süddeutschland. Waiblingen 1983.
BRAASCH, O., MÖLLER, J. 1994: Zum Stand der archäologischen Flugprospektion in Niedersachsen. Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 14, 1994, 2–8.
DEUEL, L. 1981: Flug ins Gestern. München 1981.
GEBERS, W., SCHWARZ, H. 1989: Luftbildarchäologie in Niedersachsen – Erfahrungen bei der Auswertung amtlicher Senkrechtluftbilder. Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 9, 1989, 154–156.
HEINE, H.-W. 1981: Die Lüningsburg bei Neustadt am Rübenberge. In: Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern, Bd. 49. Mainz 1981, 67–74.
HEINE, H.-W. 1985: Die Grabungen auf der Lüningsburg 1981/82. In: Ausgrabungen in Niedersachsen 1979–1984. Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen, Beiheft 1. Stuttgart 1985, 269–271.
HELLER, E. 1987: Suche von Bodendenkmälern mittels Fernerkundung. Beispiel Rodewald-Schotenheide. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen. Universität Hannover 1987.

- HELLER, E. 1988: Digitale Luftbildarchäologie am Beispiel Rodewald-Schotenheide. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 57, 1988, 249–258.
- HELLER, E. 1995: Zum Dokumentationswert von alten Luftbildern für die Luftbildarchäologie. Dortmund 1995.
- MARTIN, A.-M. 1970: Bodenkunde und Klimatologie als Faktoren zur Erfassung archäologischer Merkmale aus Luftbildern. Bildmessung und Luftbildkunde 38 (5), 1970, 307–310.
- PINGEL, V., SONG, B. 1995: Über die Einsatzmöglichkeiten moderner Luftbildarchäologie. Der Vermessungsingenieur 5, 1995, 232–237.
- SONG, B. 1993: Luftbildarchäologie als moderne Prospektionsmethode in der VR China. Sonderdruck aus Beiträgen zur allgemeinen und vergleichenden Archäologie 13. Mainz 1993.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Hans-Eckhard Heller
Aplerbecker Str. 359
D-44287 Dortmund