

Sander Münster

Militärsgeschichte aus der digitalen Retorte. Computergenerierte 3D-Visualisierung als Filmtechnik

Problemstellung

Von Emmerichs *Der Patriot* (2000) über Petersens *Troja* (2004) bis zum mythologischen *Kampf der Titanen* (2010) – kaum ein aktueller Spielfilm mit historischem Bezug kommt heutzutage ohne computerbasierte 3D-Visualisierungstechniken aus.¹ Dabei stellen derartige Anwendungen nur eine Facette der inzwischen vielfältigen Nutzungsszenarien und -kontexte solcher Techniken für historische Darstellungen dar. Neben Spielfilmen finden diese zunehmend Eingang in Dokumentationen, Ausstellungen und auf wissenschaftlichen Podien. Entsprechend vielschichtig präsentieren sich die Ergebnisse hinsichtlich ihrer geschichtswissenschaftlichen Qualitäten, die zwischen einem fiktiven historischen Eindruck und dem Anspruch einer authentischen Rekonstruktion changieren. Mit Illustrations- und Visualisierungsstudios, wissenschaftlichen Dienstleistern und akademischen Forschungseinrichtungen tummelt sich nicht zuletzt ein breites Spektrum an Akteuren in diesem Bereich.

Auch wenn mit den inhaltlich eng verwandten Begriffen 3D-Visualisierung, Virtuelle Realität (VR), Computergeneriertes Bild bzw. *Computer Generated Image (CGI)* und 3D-Animation hinsichtlich der erzielten Ergebnisse gemeinhin sehr klare Vorstellungen verbunden sind, gestaltet sich eine begriffliche Eingrenzung als diffizil. Dies nicht zuletzt daher, weil die Begriffe ein geradezu unüberschaubares Spektrum einzelner Anwendungen, Technologien und Funktionen umfassen, die weit über eine Verwendung für filmische

¹ Zu den technischen Hintergründen des Spielfilms *Der Patriot*: Jody Duncan, *The Patriot. Picking His Battles*, in: *Cinefex* 83 (2000), S. 35-52, 135-136. Zu *Troja*: Joe Fordham, *Troy. Bronze Age Ballistics*, in: *Cinefex* 94 (2004), S. 38-65. Zu *Kampf der Titanen*: Barabara Robertson, *Die Götter müssen verrückt sein*, in: *Digital Production* 3 (2010), S. 32-36.

Darstellungen hinausgehen. Während Visualisierung lexikalisch eine *Visuelle Interpretation oder eine Überführung in eine visuell erfassbare Form* bezeichnet,² bezieht sich die genannte Dreidimensionalität zumeist auf den Zwischenschritt eines virtuellen Modells, welches im Mittelpunkt einer solchen 3D-Visualisierung steht.³ Zu unterscheiden ist dabei zwischen diesem digitalen 3D-Modell und dessen Darstellung bzw. Visualisierung im Sinne eines Modellabbildes,⁴ bei welchem dieses Modell die Szenerie beispielsweise für – wiederum virtuelle – Film- oder Bildaufnahmen darstellt.⁵ Während dieser Schritt der Modellabbildung hinsichtlich seiner Freiheitsgrade weitgehend synonym zu Aufnahmetechniken in realen Umgebungen erfolgt, stellt der Prozess der Modellerstellung den eigentlichen Kernaspekt einer 3D-Visualisierung dar. Die Techni-

² <http://www.merriam-webster.com/dictionary/visualization> (zuletzt am 11.03.2009).

³ In der Literatur gibt es ein buntes Angebot von *Dimensionalitäten* im Kontext von 3D-Visualisierung. Zumeist wird zwischen statischen und dynamischen bzw. animierten Modellen unterschieden. In dieser Lesart kennzeichnet der Präfix *3D* ausschließlich statische Modelle, gegenüber der *4D*-Skalierung eines dynamischen Modells, bestehend aus den drei Raumordinaten sowie der Zeit. Die Abbildung eines solchen Modells im Bild oder Film ist mit Blick auf das Zielmedium Monitor, Fernseher oder Druckerzeugnis hinsichtlich der Raumordinaten hingegen zumeist zweidimensional skaliert.

Einen Definitionsansatz liefert: Mireille Bétrancourt, The animation and interactivity principles in multimedia learning, in: Richard E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, Cambridge 2005, S. 287- 296.; Eine Diskussion zur Gleichsetzung von dynamischer Visualisierung und Animation findet statt bei Günter Daniel Rey, *Lernen mit Multimedia. Die Gestaltung interaktiver Animationen*, Trier 2008, S. 3, sowie: Shaaron Ainsworth, Nicolas van Labeke, Multiple forms of dynamic representation, in: *Learning and Instruction* 14 (2004), S. 241-255.

⁴ Thomas Deelmann, Peter Loos, Grundsätze ordnungsmäßiger Modellvisualisierung, in: *Modellierung 2004, Proceedings zur Tagung, 23.-26. März 2004, Marburg, Proceedings*, (2004).

⁵ Neben einer Abbildung als Bild und Film ist eine Überführung und Ausgabe in interaktive Formate wie beispielsweise Computerspiele oder Lernumgebungen sowie eine physische Ausgabe möglich. Eine Übersicht zu Zielmedien bietet: Sander Münster, Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften in: Klaus Meissner, Martin Engelen (Hrsg.), *Virtual Enterprises, Communities & Social Networks*, Dresden 2011, S. 99-108.

ken und Methoden der *Computerbasierten 3D-Visualisierung* entstammen disziplinär vor allem der Informatik – nicht zuletzt hieraus ergeben sich einige Besonderheiten und Anforderungen, die einen Blick auf Einsatzszenarien, Produktionsabläufe und Anwendungskontexten interessant scheinen lassen. Vor dem Hintergrund der inhaltlichen Ausrichtung dieses Überblicks über die Anwendung von 3D-Visualisierung liegt ein besonderer Fokus auf der Betrachtung von Anwendungsbeispielen zur Darstellung historischer militärischer Sachverhalte und insbesondere von frühneuzeitlicher Militärgeschichte.

Das Anwendungs- und Forschungsfeld

Seit einiger Zeit ist ein immer stärkeres Verschwimmen der Grenzen zwischen Spiel- und Dokumentarfilm beobachtbar, wobei sich insbesondere Dokumentarfilme hinsichtlich Narrationsmustern und betriebenem Produktionsaufwand deutlich verändert haben. Dieser Trend zur Verschmelzung von Bildungsauftrag und Unterhaltung im Sinne eines *Edutainment* als Verbindung von *Education* bzw. Bildung mit Elementen und Mitteln von *Entertainment* bzw. Unterhaltung stammt dabei ursprünglich vor allem aus den USA bzw. Großbritannien, hat sich inzwischen jedoch auf breiter Front etabliert.⁶ Doch nicht nur eine Unterscheidung der Gattungen wird zunehmend unschärfer. Einen vergleichsweise neuen Trend stellt die Unabhängigkeit von klassischen Distributionskanälen und -formaten dar. Webbasierte Videoplattformen und mobile Datenzugriffe machen Filmdarstellungen ubiquitär und selbstgesteuert verfügbar. Dies beinhaltet eine gleich zweifache Demokratisierung des Films. Zum einen ist die Verfügbarkeit eines Filmes nicht mehr

⁶ Zum Begriff des *Edutainment*: Ulrich Reinhardt, *Edutainment – Bildung macht Spaß*, Berlin 2007, insbes. S. 162 f.; Zu *Edutainment* und Film: Lisa Grözinger, Kerstin Henning, *Vom Dokumentarfilm zu hybriden Formaten. Die Auflösung von Genre Grenzen im Fernsehen*. Diplomarbeit, Stuttgart 2005. Ausgeführt wird die damit verbundene Erwartungshaltung des Zuschauers vor dem Hintergrund von 3D-Animation und CGI beispielsweise von Clack: Timothy Clack, Marcus Brittain, *Archaeology and the media*, Walnut Creek, CA 2007, S. 49 ff.

zwingend an etablierte Bewertungsinstanzen und Multiplikatoren wie Filmdistributoren, Medienförderung oder Fernsehsender gebunden.⁷ Ein anderes Phänomen betrifft die Popularisierung der Filmproduktion. Mit der flächendeckenden Verbreitung von Handycameras, Webcams sowie Computern nebst 3D-Werkzeugen und Videoschnittsoftware ist beinahe jedem die Produktion und Verbreitung von Filmen möglich, deren Qualität gegenüber professionellen Angeboten zumindest hinsichtlich der erreichbaren Ergebnisse nur wenige Einschränkungen aufweist.⁸ Dies trifft in besonderem Maße auf 3D-Animationsfilme zu, für welche eine Reihe von mit kostenfrei verfügbarer Software durchgeführter Projekte zeigen, dass schon mit vergleichsweise geringem Budget qualitativ hochwertige Filmproduktionen realisierbar sind.⁹

Anwendungen

Mit Blick auf die synthetische Herkunft derartiger 3D-Filme offenbart sich ein weiteres Phänomen. Das 3D-Modell als virtuelle Szenerie einer filmischen Abbildung ist transferierbar und multifunktional nutzbar. Im Ergebnis kommt ein und dasselbe 3D-Modell in teilweise ganz unterschiedlichen Verwendungskontexten zum Einsatz. So wurde ein virtuelles 3D-Modell der Titanic, mit Hilfe dessen der Ablauf des Auseinanderbrechens des Schiffsrumpfes wissenschaftlich untersucht wurde, auch als Basis für Dokumentarfilmaufnahmen benutzt.¹⁰ Ähnlich wurden zahlreiche Schlacht-

⁷ In der Folge sind einige ‚Hobby‘- Filme zu bedeutender Popularität gelangt: Richard MacManus, Top 10 YouTube Videos of All Time, ReadWriteWeb 2011.

⁸ Ein diesbezüglich interessantes Experiment stellt der Film *A Day in Life* (2010) von Ridley Scott dar, für welchen von Hobbyfilmern eingesandtes Material Verwendung fand. <http://www.youtube.com/user/lifeinaday> (zuletzt am 03.12.2011).

⁹ Beispielhaft sei auf einige mit der kostenfreien 3D-Software *Blender* realisierte Filme verwiesen: <http://www.blender.org/features-gallery/movies/> (zuletzt am 03.12.2011).

¹⁰ Die Finite-Elemente-Methode ist den Ingenieurwissenschaften entlehnt und dient der Simulation des Verhaltens von Materialverbänden in Kräftefeldern, beispielsweise von Gebäuden unter Windlast oder Fahrzeugkarosserien bei Kollisionen. Anders als bei den aufgezählten Animationstechniken stellt dabei

schiffe des 20. Jahrhunderts digital rekonstruiert und die entstandenen Modelle sowohl in Spiel- sowie Dokumentarfilmen abgebildet.¹¹ Daneben gewinnt die Rekonstruktion historischer Sachverhalte mittels virtueller 3D-Modelle auch als Forschungsmethode zunehmend an Bedeutung.¹² Im Gegensatz zu Spiel- oder Dokumentarfilm stellt die filmische Darstellung des Modells hier weniger originäre Zielstellung als häufig ein Nebenprodukt bspw. zur Popularisierung des Vorhabens dar.

Forschungsfeld

Analog zur Vielschichtigkeit des Anwendungsgebietes präsentiert sich auch die Forschungslandschaft zur 3D-Visualisierung historischer Sachverhalte im Film als heterogen. Während die technischen Hintergründe¹³ ebenso umfangreich dokumentiert und

weniger die optische Wirkung als vielmehr die exakte Berechnung von physikalischen Wirkzusammenhängen Ziel dar. Ein Einsatz für historische Sachverhalte erfolgte beispielsweise im Zusammenhang mit der Rekonstruktion des Untergangs der RMS Titanic. Mittels eines virtuellen 3D-Modells wurde dabei der Ablauf des Auseinanderbrechens des Schiffsrumpfes untersucht, wobei sowohl die Ergebnisse als auch eine animierte Darstellung der Kraftwirkung Eingang in einen Dokumentarfilm fanden. Zu Durchführung und Ergebnissen dieser FEM-Untersuchungen: W. H. Garzke u. a., Titanic, The Anatomy of a Disaster, A Report from the Marine Forensic Panel, in: Transactions – Society of Naval Architects and Marine Engineers 105 (1997), S. 3-59.

¹¹ Rekonstruktionen von Schiffen, v. a. aus den Weltkriegen, welche in Film-darstellungen Verwendung fanden: http://3dhistory.de/wordpress/?page_id=27 (zuletzt am 03.12.2011); Rekonstruktion eines *Dreadnought*-Schlachtschiffes <http://www.dreadnoughtproject.org/> (zuletzt am 03.12.2011).

¹² Auch wenn hier und im Folgenden mit Blick auf eine Modellerstellung terminologisch von *Rekonstruktion* die Rede sein soll, subsummiert dieser Begriff vielschichtige Qualitäten, welche von der Digitalisierung von physisch vorhandenen Objekten bis hin zur virtuellen Konstruktion von nicht mehr Existentem anhand historischer Quellen reichen. Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, dass hinsichtlich dieses letzten Kontextes historische Forschung immer eine hypothetische Konstruktion von Vergangenen darstellt. Hierzu auch: Ulrich Wengenroth, Was ist Technikgeschichte?, o. Ort 1998, S. 3 ff.

¹³ Eine umfassende Darstellung zum Einsatz von Computergrafik in Filmproduktionen aus Perspektive der Filmwissenschaft liefert: Barbara Flückiger, Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer, Marburg 2008. Die damit einher gehenden Paradigmenwandel der Bildgestaltung beleuchtet: Sebastian

untersucht sind wie Aspekte der Gestaltung und Wahrnehmung,¹⁴ wird eine geschichtswissenschaftliche Betrachtung zur Darstellung historischer Aspekte mittels 3D-Animation im Spielfilm in nur sehr wenigen Publikationen vorgenommen.¹⁵ Anders sieht es mit der Untersuchung historischer Darstellung für in geschichtswissenschaftlichen Kontexten entstandene Filme aus, wo Fragen historischer Authentizität, der Einbeziehung zu Grunde liegender Quellinformationen sowie Darstellungsmodi und deren Abhängigkeit von der Zielgruppe vergleichsweise häufig und kontrovers thematisiert werden.¹⁶ Bereits mehrfach verwiesen wurde auf die Bedeutung des 3D-Modells für die 3D-Animation als filmische Abbildung, entsprechend fokussieren Artikel primär eine Modellerstellung und erst in zweiter Linie eine Filmdarstellung. Projektübergreifende und generalisierende Untersuchungen zu Projektablaufen und inhaltlichen Qualitäten wissenschaftlicher historischer 3D-Visualisierungen gibt es beispielsweise aus kunsthistorischer¹⁷ sowie

Richter, Digitaler Realismus: Zwischen Computeranimation und Live-Action. Die neue Bildästhetik in Spielfilmen, Bielefeld 2008. Eine Taxonomie der technischen Prozeduren und Abläufen der Modell- bzw. Visualisierungserstellung bietet: Heidrun Schumann und Wolfgang Müller, Visualisierung, Berlin u. a. 2000. Daneben sei auf die Zeitschriften *Cinefex* und *Digital Production* verwiesen, die sich speziell mit der Thematik Spezialeffekt im Film beschäftigen.

¹⁴ Zu Perzeption und dreidimensionaler Gestaltung: James Jerome Gibson, Die Sinne und der Prozeß der Wahrnehmung, Bern [u.a.] 1982. Heidrun Schumann und Wolfgang Müller, Visualisierung, S. 110, mit Bezug auf: Robert L. Solso, Cognition and the visual arts, Cambridge, MA 1994. Einen interessanten Nebenaspekt beleuchtet Ch'ng mit einer Betrachtung der multisensorischen Einbeziehung des Betrachters in eine virtuelle Abbildung: Eugene Ch'ng, Experiential archaeology: Is virtual time travel possible?, in: Journal of Cultural Heritage 10 (2009), S. 458-470.

¹⁵ Eines von wenigen Beispielen stellt dar: Richard Kühl, „Une Année au Front“: Ein Dokumentarfilm über Jean-Pierre Jeunet am Set, in: Newsletter des Arbeitskreis Militärgeschichte e.V. 2 (2005), S. 37-39. Eine kurze Betrachtung zur Thematik liefert auch: Marnie Hughes-Warrington, History Goes to the Movies. Studying history on film, New York 2007, S. 104-107.

¹⁶ Münster, Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften (wie Anm. 5).

¹⁷ Susanne Zolper, Ist 3D-Visualisierung in der Kunstgeschichte ein Erkenntnisinstrument? Unveröffentlicht, Universität Köln 2009.

archäologischer Perspektive, wobei sich insbesondere in der Archäologie ein breiter Diskurs hinsichtlich Methodik und Anwendungskontexten entwickelt hat.¹⁸ Anders als in den Geowissenschaften¹⁹ oder der Pädagogik²⁰ stehen umfassende Klassifikationsmodelle sowie empirisch-sozialwissenschaftliche Untersuchungen zu Informations- und Wissenstransferprozessen jedoch noch aus.²¹

Einsatzgebiete

Auch wenn Grenzen zwischen Filmgenres und Entstehungskontexten in vielerlei Hinsicht und nicht zuletzt unter maßgeblichem Einfluss synthetischer und digitaler Techniken unscharf geworden sind, lassen sich grobe Einsatzgebiete und Zielstellungen insbesondere mit Blick auf die Zielstellung umreißen.

Unterhaltung

Gerade bei Spielfilmen werden Kernhandlungen häufig in historische Sachverhalte eingebettet. Entsprechend wird häufig weniger Priorität auf eine historische Akkuratease als auf eine optische Passhaftigkeit gelegt. Wesentlichen Leitgedanken bildet dabei die Frage, wie dem Betrachter eine darzustellende Epoche sowie Kultur glaubwürdig assoziierbar und erkennbar gemacht werden kann. Dabei findet eine Abbildung historischer Inhalte häufig im Sinne einer Stereotypisierung statt.²² Die inhaltlichen Qualitäten

¹⁸ Maurizio Forte, Alberto Siliotti, *Virtual Archaeology: Re-creating Ancient Worlds*, New York 1997, Thomas L. Evans, Patrick T. Daly, *Digital archaeology : bridging method and theory*, London u. a. 2006, Bernard Frischer, Anastasia Dakouri-Hild, *Beyond illustration: 2d and 3d digital technologies as tools for discovery in archaeology*, Oxford 2008.

¹⁹ Ulrike Wissen, *Virtuelle Landschaften zur partizipativen Planung: Optimierung von 3D-Landschaftsvisualisierungen zur Informationsvermittlung*, Zürich 2009.

²⁰ Robert Gücker, *Wie E-Learning entsteht: Untersuchung zum Wissen und Können im Beruf Medienautor/in*, München 2007.

²¹ Ansätze finden sich jedoch in einigen Kontroversen, beispielsweise: Mark Bowden, *Virtual Avebury revisited*, in: *Archeological dialogues* 71 (2009), S. 84-93.

²² Zur Definition des *Stereotyps*: Jörg Schweinitz, *Film und Stereotyp: eine Herausforderung für das Kino und die Filmtheorie*, Berlin 2006, S. 3-15. Eine

und Zielsetzungen derartiger Assemblages sind sehr vielschichtig und reichen von reinen Fantasiewelten bis zu glaubwürdigen Imitationen.²³ Im Unterschied zur Rekonstruktion stellt bei der fiktionalen Illustration oberstes Ziel jedoch nicht die historisch exakte, sondern die im Sinne des Films glaubwürdige Nachbildung eines Sachverhaltes dar.

Eine Funktion computergenerierter Bilder als Unterhaltungselement kann vielschichtig sein. In einer groben Struktur kann man zwischen einem Einsatz als Spezialeffekt und rein synthetischen Szenen unterscheiden. Spezialeffekte bzw. *Visual Effects* (VFX) umfassen ein breites Spektrum filmischer Tricks *von bühnentechnischen, mechanischen Effekten inklusive Pyrotechnik über optische Verfahren in der Kamera bis hin zu Techniken der Postproduktion*,²⁴ die *einen realen Bildinhalt mit künstlichen Mitteln erweitern*.²⁵ Diese sind kein digitales Phänomen, sondern bereits seit den Anfängen der Cinematographie immanenter Bestandteil der Filmproduktion.²⁶ Entsprechend stellen virtuelle 3D-Techniken häufig Ersatz oder Ergänzung für vormals analog realisierte Effekte dar. Neben eher pragmatischen Gründen wie Flexibilität, Reproduzierbarkeit und vergleichsweise kostengünstiger Umsetzung²⁷ erweitern synthetische Techniken die Darstellungsmöglichkeiten und -qualitäten durch eine weitgehende Unabhängigkeit von Raum und Physik stellenweise deutlich, was

bemerkenswerte Bibliographie zur Perspektive der Stereotypisierung von Nationen/ Regionen bietet daneben: Johannes Hoffmann, Stereotypen, Vorurteile, Völkerbilder in Ost und West in Wissenschaft und Unterricht: eine Bibliographie. Teil 3, Wiesbaden 2006.

²³ Letzteres beispielsweise für den Film *Titanic* (1997): Jody Duncan, *Titanic: Titanic Aftermath*, in: *Cinefex 72* (1997), Don Shay, *Titanic: Back to Titanic*, in: *Cinefex 72* (1997). Eine kurze Betrachtung zur Thematik: Hughes-Warrington, *History Goes to the Movies* (wie Anm. 15), insbes. S. 104 ff.

²⁴ Flückiger, *Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer* (wie Anm. 13), S. 22. Ebenfalls bei Flückiger findet sich ein umfassende Kategorienschema zur Einordnung von Spezialeffekten: ebd., S. 23 f.

²⁵ Rolf Giesen, *Lexikon der Special Effects*, Berlin 2001, S. 5.

²⁶ Ausführliche Diskussion in: Flückiger, *Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer* (wie Anm. 13), S. 13 ff.

²⁷ Münster, Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften (wie Anm. 5).

mit Blick auf konkrete Anwendungskontexte noch näher betrachtet werden soll. Während VFX zumeist als Versatzstücke im Zusammenspiel mit konventionellen Filmaufnahmen zum Einsatz kommen, entstammen synthetische 3D-Animationsfilme vollständig dem Computer. Derartige Filme lösten in den vergangenen zwei Jahrzehnten zunächst klassische Zeichentrick- und Animationstechniken weitgehend ab und wiesen mit Filmreihen wie *Ice Age* (ab 2002), *Shrek* (ab 2001) oder *Ratatouille* (2007) ihre wirtschaftliche Zugkraft nach. Während diese Filme nicht zuletzt aufgrund technischer Limitationen eine wenig realistische Anmutung besaßen, entstanden in den vergangenen Jahren synthetische Szenen, deren Darstellungsqualität von realen Filmaufnahmen kaum zu unterscheiden ist. Wie James Camerons *Avatar* (2009) bereits erahnen lässt, ist in der Folge eine zunehmende Synthesisierung von Realfilmelementen zu erwarten.

Lehre und Forschung

Wesentliche Impulse zum Einsatz von 3D-Animation kommen daneben aus dem Bereich musealer Vermittlung und Lehrfilmerstellung. Dabei wurde das virtuelle Modell als Grundlage filmischer Ausgabe in seiner Funktion bis in die 1990er Jahre weitgehend als digitales Pendant zum physischen Modell und dessen Einsatz in der schulischen und universitären Ausbildung gesehen und verwendet.²⁸ Erst in den 2000er Jahren erfolgte eine Differenzierung zwischen einer Nutzung des 3D-Filmes als Abbildungsform von Forschungs-²⁹ und Dokumentationsergebnissen,³⁰ andererseits mit Blick auf eine eher populäre und zielgruppenorientierte Aufberei-

²⁸ B. J. Novitski, *Rendering real and imagined buildings: the art of computer modeling from the Palace of Kublai Khan to Le Corbusier's villas*, Gloucester, MA 1998.

²⁹ Diane Favro, *In the eyes of the beholder: Virtual Reality re-creations and academia*, in: Lothar Haselberger, Jon Humphrey, Dean Abernathy (Hrsg.), *Imaging ancient Rome: documentation, visualization, imagination : proceedings of the Third Williams Symposium on Classical Architecture*, Rome, May 20-23, 2004, Portsmouth, RI 2006, S. 321-334.

³⁰ Athanasios D. Styliadis, *Digital documentation of monuments and sites with 3D geometry and qualitative information*, PhD Thesis, Thessaloniki 1997.

tung die starke Nutzung von Spezialeffekten und einer cineastischen Bildsprache.

Die filmische Abbildung von Forschungsergebnissen steht dabei in engem Zusammenhang mit der zunehmenden Bedeutung von 3D-Modellen und Modellierung als Werkzeug in den historischen Wissenschaften.³¹ Disziplinär gehen insbesondere von Archäologie und – in geringerem Maße – der Kunstgeschichte starke Impulse aus, wobei sich insbesondere in Italien als traditionellem Zentrum archäologischer Forschung zahlreiche interdisziplinäre und international besetzte Forschungscluster zur Thematik gebildet haben.³² Dabei stellen Filmausgaben von wissenschaftlichen Modellen eher ein Nebenprodukt der eigentlichen, statischen 3D-Modellerstellung dar. Nicht zuletzt beschränkt sich die Dynamik der Darstellung häufig auf Kamerarundflüge in oder um ein 3D-Modell, da diese nur sehr wenig spezifischen Zusatzaufwand zur Filmerstellung erfordern.

Wie bereits ausgeführt, stehen dem Lehrfilme, Visualisierungen und Dokumentarproduktionen gegenüber, welche hinsichtlich des betriebenen Aufwandes und der enthaltenen Effekte kaum von Unterhaltungsproduktionen zu unterscheiden sind.³³ Die damit aufgeworfene Frage nach der Optik einer grafischen Ausgabe wird aktuell im wissenschaftlichen Diskurs häufig thematisiert, wobei mit Blick auf die Zielgruppe für den wissenschaftlichen Diskurs tendenziell eine schematische Darstellung empfohlen wird, während für eine Popularisierung ein hoher Grad an Realismus geboten erscheint.³⁴

³¹ Zu Struktur und Spezifika des Anwendungsgebietes: Münster, Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften (wie Anm. 5), S. 99-108.

³² Sander Münster, Thomas Köhler, 3D modeling as tool to reconstruct historic items (Vortrag) – Visual Learning Conference, Budapest, Dec. 1-2, 2011, Budapest 2011.

³³ Beispielsweise der Kurzfilm *Animated History of Poland* (2010): Jan Bruhnke, High-Speed-History, in: Digital Production Sonderausgabe (2010), S. 48-49.

³⁴ Eng mit diesem Diskurs ist eine Debatte zum Umgang mit wissenschaftlicher Unschärfe in der Modelldarstellung verknüpft. Dazu: Münster, Entstehungs-

Abläufe – Datenbasis, Modellerstellung, Ausgabe

Die technischen Abläufe zur Erstellung von 3D-Visualisierungen sind seit über einem Jahrzehnt in den Grundzügen unverändert.³⁵ Allerdings haben sich sowohl Qualität als auch Werkzeuge deutlich verändert, was nicht zuletzt anhand neuer Technologien der Bildgenese³⁶ aber auch dem Bedeutungszuwachs internetbasierter, interaktiver Präsentationsformen deutlich wird.³⁷ Daneben haben sich auch Teamgrößen und Arbeitsteilung deutlich verändert, so dass gerade bei größeren Produktionen eine Vielzahl hochspezialisierter Akteure in ihrer Arbeit koordiniert werden muss.³⁸

Die wesentlichen Schritte des Entstehungsprozesses einer 3D-Visualisierung stellen die Bereitstellung einer Datengrundlage, die Erstellung eines virtuellen Modells mit den Teilschritten Modellierung, einer Beschreibung der Oberflächeneigenschaften, Animation und Beleuchtung sowie dessen Ausgabe bzw. Berechnung dar.³⁹ Die Abläufe der Modellerstellung werden in einer ganzen Reihe von Publikationen thematisiert und unterscheiden sich hinsichtlich einer Schrittfolge auch vor dem Hintergrund historischer Visualisierung nur wenig.⁴⁰

und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften (wie Anm. 5), S. 8 f.

³⁵ Maic Masuch, Virtual Reconstruction of Medieval Architecture, in: Nadia Magnenat-Thalmann, Daniel Thalmann (Hrsg.), Computer Animation and Simulation'99: Proceedings of the Eurographics Workshop in Milano, Italy, September 7-8, 1999, Wien 1999, S. 87- 90, Christian Begand, Virtuelle 3D-Rekonstruktionen historischer Gebäude, Hamburg 2004.

³⁶ Beispielsweise das Berechnungsmodell der *Radiosity*: Greg Ward Larson, Rendering with radiance : the art and science of lighting visualization, Davis, CA 2003.

³⁷ Anna Erving, Petri Rönholm und Milka Nuikka, Data integration from different sources to create 3D virtual model, in: Fabio Remondino, Sabry El-Hakim und Lorenzo Gonzo (Hrsg.), 3D-ARCH 2009, Zürich 2009.

³⁸ Jeremy Birn, Digital lighting & rendering, Berkeley, CA 2006, S. 381 ff.

³⁹ U. a. Flückiger, Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer (wie Anm. 13), S. 25; sowie Schumann, Müller, Visualisierung (wie Anm. 13).

⁴⁰ Generell: Stanislav Glazov, Production Pipeline, in: Digital Production 4 (2010), S. 84-87; n. b. (1998), Visualization Pipeline, <http://www.cg.tuwien.ac.at/studentwork/VisFoSe98/pet/ger/pipeline.htm> (zuletzt am 03.12.2011).

Neben Techniken zur Erstellung und Abbildung von 3D-Modellen kommt auch den durch digitale Verfahren deutlich erweiterten Möglichkeiten bzw. vereinfachten Abläufen bei der Zusammenfügung verschiedener Inhalte zu einem Szenenbild eine besondere Bedeutung zu. Dieses sogenannte *Compositing* ermöglicht es, reale Akteure glaubwürdig in computergenerierte Hintergründe einzufügen oder gefilmte Kampfhandlungen mit computergenerierten Effekten anzureichern. Dieser Schritt des Zusammenfügens der Inhalte geschieht zumeist im zeitlichen Nachgang der eigentlichen Dreharbeiten, sodass während der Dreharbeiten ein Handeln der Schauspieler zum Teil ohne umgebende Szenerie oder – wie im Falle der computergenerierten Figur Gollum in der Filmtrilogie *Herr der Ringe* – ohne Handlungspartner geschieht.⁴¹

Die Daten bzw. Quellenbasis

In einem ersten Schritt findet die Auswahl und Aufbereitung von Daten bzw. Quellen statt, anhand derer ein virtuelles Modell erstellt wird.⁴² Dabei kommt insbesondere Orthoprojektionen wie Grund- und Aufrissen sowie Bildmedien eine besondere Bedeutung zu.⁴³ Während die Zusammensetzung und Einbeziehung von Quellinformationen, Analogieschlüsse sowie Modelllogik im Fall wissenschaftlicher Modellierung zumindest im Ideal transparent

Spezifisch für historische Sachverhalte: Sorin Hermon, Reasoning in 3D: A critical appraisal of the role of 3D modelling and virtual reconstructions in archaeology, in: Bernard Frischer; Anastasia Dakouri-Hild (Hrsg.), *Beyond illustration: 2d and 3d digital technologies as tools for discovery in archaeology*, Oxford 2008: S. 36-45, S. 39 ff.

⁴¹ Für welche im Übrigen bei den Dreharbeiten extra ein menschlicher Schauspieler als ‚Platzhalter‘ eingesetzt wurde, um den anderen Darstellern ein Gegenüber zu bieten. Dieser wurde dann im Nachgang durch die digitale Figur ersetzt. Jody Duncan, *The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring: Ring Masters*, in: *Cinefex* 89 (2002). Generelle Betrachtung zur Thematik: Sebastian Richter, *Digitale Realismus: Zwischen Computeranimation und Live-Action. Die neue Bildästhetik in Spielfilmen*, S. 79 ff.

⁴² Favro, *In the eyes of the beholder: Virtual Reality re-creations and academia* (wie Anm. 29).

⁴³ Masuch, *Virtual Reconstruction of Medieval Architecture* (wie Anm. 35). Marc Grellert, *Synagogues in Germany: a virtual reconstruction*, Basel u. a. 2004.

und nachvollziehbar sein sollte,⁴⁴ sind derartige Aspekte jenseits wissenschaftlicher Kontexte kaum dokumentiert.

Die aus Sicht des Historikers wichtigste Kategorie der historischen Quellen stellt eine unvollständige, subjektive und einem zeitlichen und kulturellen Bias unterworfenen Datenbasis dar,⁴⁵ welche für eine 3D-Modellierung zunächst erschlossen werden muss. Die darin enthaltenen Informationen wurden ursprünglich zumeist zu anderen Zwecken erstellt und sind in vielen Fällen nicht mehr reproduzier- oder prüfbar. Dieser immanenten ‚Unschärfe‘ und Unvollständigkeit der Datenbasis gegenüber steht der Anspruch einer 3D-Visualisierung, für eine kohärente Abbildung komplexer Informationen zu benötigen und diese gleichwertig nebeneinander zu stellen. So bedarf es beispielsweise zur Darstellung einer antiken Säule nicht nur der überlieferten Information der ‚Höhe‘ sondern auch eines Durchmessers und zur Erkennbarkeit einer mindestens stilisierten Kapitell- und Plinthendarstellung.

Daneben sind gerade von historischen Artefakten und Bauten häufig physische Überreste oder physische Vorlagen vorhanden, welche erfasst und digitalisiert werden können. Hinsichtlich der Art von Quellenmaterial kann eine Unterscheidung zwischen bildbasierten Quellen und Datenquellen getroffen werden. Während Fotografien und Zeichnungen als Vorlage für eine manuelle Digitalisierung bzw. Modellerstellung dienen, liefern Datenquellen wie 3D-Scanverfahren oder Photogrammetrie bereits originär digitale Geometrieinformationen.⁴⁶

⁴⁴ Stéphane Potier, Jean Louis Maltret, Jacques Zoller, Computer graphics: assistance for archaeological hypotheses, in: *Automation in Construction* 9 (2000), S. 117-128.

⁴⁵ E. Opgenoorth, *Einführung in das Studium der neueren Geschichte*, Paderborn 1997. Sowie beispielhaft für das historische Bild als Quelle: C. Hamann, *Visual history und Geschichtsdidaktik: Beiträge zur Bildkompetenz in der historisch-politischen Bildung*, Berlin 2007, S. 68.

⁴⁶ Speziell einer Erfassung digitaler Bestandserfassung von großräumigen Geländeinformationen dienen die Techniken der Photogrammetrie. Diese umfassen beispielsweise Lasereinsmessung, Luftbildererkennung oder Stereofotoerkennung und dienen der Gewinnung von 3D-Informationen aus Bildinformationen.

Eine dritte Kategorie von Quelldaten stellt die der Analogieschlüsse dar. Während derartige Rückschlüsse aufgrund der Logik von Architektursystemen oder dem Vergleich mit ähnlichen, historischen Artefakten im Fall wissenschaftlicher Bearbeitung dem Füllen von Lücken im Quellebestand dienen, ermöglichen diese auch die Extrapolation und Genese glaubwürdiger Versatzstücke im Unterhaltungsfilm – etwa kohärenten historischen Stadtlandschaften.

Die Modellerstellung

Kernstück einer 3D-Visualisierung ist die Erstellung eines virtuellen Modells. Per definitionem ist ein Modell *die (vereinfachte) Nachbildung eines Originalsystems* und muss *dem Originalsystem im Hinblick auf den Zweck seiner Realisierung jedoch hinreichend ähnlich* sein.⁴⁷ Hinsichtlich eines Zwecks beschreibt Stephan das Modell als *methodisches Instrument zum Generieren von Erkenntnis*.⁴⁸ Entsprechend des Verwendungszwecks und dem Grad der Maßhaltigkeit wird bei

Derartige Techniken eignen sich daneben auch zur Erfassung von singulären Objekten und bieten damit den Ausgangspunkt einer 3D-Digitalisierung. Hierzu: David Koller, Jennifer Trimble, Tina Najbjerg, Natasha Gelfand und Marc Levoy, *Fragments of the city: Stanford's Digital Forma Urbis Romae Project*, in: Lothar Haselberger, Jon Humphrey, Dean Abernathy (Hrsg.), *Imaging ancient Rome : documentation, visualization, imagination: proceedings of the Third Williams Symposium on Classical Architecture, Rome, May 20-23, 2004*, Portsmouth, RI 2006, S. 237-252, Vesna Stojakovic, Boran Tepavcevic, *Optimal methods for 3d modeling of devastated architectural objects*, in: Fabio Remondino, Sabry El-Hakim, Lorenzo Gonzo (Hrsg.), *3D-ARCH 2009*, Zürich 2009.

⁴⁷ Thomas Sauerbier, *Theorie und Praxis von Simulationssystemen: eine Einführung für Ingenieure und Informatiker; mit Programmbeispielen und Projekten aus der Technik*, Braunschweig u. a. 1999, S. 18; Racha Chahrour, *Integration von CAD und Simulation auf Basis von Produktmodellen im Erdbau*, Kassel 2006, S. 13. Die bezogene Modelltheorie geht dabei auf Stachowiak zurück: Herbert Stachowiak, *Allgemeine Modelltheorie*, Wien u. a. 1973. Eine ausführliche Diskussion des Modellbegriffs findet sich bei Philine Warnke, *Computersimulation und Intervention. Eine Methode der Technikentwicklung als Vermittlungsinstrument soziotechnischer Umordnungen*, Darmstadt 2002.

⁴⁸ Peter F. Stephan, *Denken am Modell*, in: Bernhard E. Bürdek (Hrsg.), *Der digitale Wahn*, Frankfurt/M. 2001, S. 109-129, S. 113.

virtuellen 3D-Modellen zwischen ‚optisch genauen‘ VR und numerisch korrekten CAD-Modellen unterschieden.⁴⁹ Ähnlich wie reale Objekte definiert sich ein 3D-Modell über eine Vielzahl von Eigenschaften. Neben einer geometrischen Form besteht es aus bestimmten Materialien, besitzt physikalische Eigenschaften und ist gegebenenfalls zeitlichen Veränderungen unterworfen.

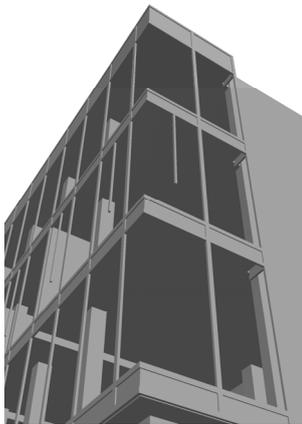


Abb. 1:
Geometrische Form



Abb. 2:
Geometrische Form
und Ausleuchtung



Abb. 3:
Geometrische Form,
Ausleuchtung und
Materialzuweisung

Geometrische Form

Ausgangspunkt der manuellen Geometrieerstellung stellt zumeist ein Gerüst orthogonaler Bildprojektionen wie Grund- oder Aufrissen dar, aus welchen sich geometrische Informationen wie Maße und Größenverhältnisse unverzerrt übernehmen lassen. Das eigentliche, dreidimensionale Modell entsteht hier zumeist aus zwischen Eckpunkten oder Linienzügen aufgespannten Flächen, den sogenannten *Polygonen*.⁵⁰ Aus diesen werden sämtliche geometrischen Objekte in der Szene zusammengesetzt. In Abhängigkeit

⁴⁹ Jürgen Albrecht, Grundlagen der Modelltechnik: Digitaler 3D-Modellbau, Halle 1998. André Stork, Effiziente 3D-Interaktions- und Visualisierungstechniken für benutzerzentrierte Modellierungssysteme, Darmstadt 2000.

⁵⁰ Als generelle Einführung zum Thema: Michael Mortenson, Geometric Modeling, New York 2006.

vom Entstehungs- und Verwendungskontext existieren eine ganze Reihe von Automatisierungsansätzen und -werkzeugen.⁵¹ Damit lässt sich die Digitalisierung von physisch vorhandenen Objekten optimieren und sich der damit verbundene Aufwand reduzieren.⁵² Gerade für Spielfilmszenarien findet daneben die sogenannte parametrische Modellierung Anwendung. Dabei werden Objekte nicht mehr einzeln anhand von Vorlagen konstruiert, sondern anhand von Regelwerken automatisch generiert. Solche parametrischen Modelle kommen beispielsweise bei der Erstellung von großräumigen Städten oder Militärtruppen zum Einsatz, deren Ziel nicht die exakte Reproduktion eines historischen Vorbildes, sondern die effiziente und glaubwürdige Darstellung von heterogenen Massen darstellt.⁵³

Materialien und Oberflächen

Neben der Form sowie zeitlicher Veränderung prägen die Optik von Oberflächen und deren Ausleuchtung wesentlich unsere visuelle Wahrnehmung. Zur Realisierung von Oberflächen werden diese zumeist anhand des Zusammenspiels von einzelnen Eigenschaften nachgebildet. So besitzen glasartige Oberflächen neben Transparenz häufig auch eine spiegelnde Oberflächenanmutung, ebenso zeigen sich bei einer Beleuchtung dieser Oberflächen charakteristische Glanzlichter. Gerade in Verbindung mit realen Szenenelementen wie beispielsweise ‚echten‘ Schauspielern stellt das Ausleuchten virtueller Szenen ein diffiziles Problem dar (Abb. 44). So reagiert die menschliche Wahrnehmung sehr empfindlich auf fehlerhafte Schatten oder unterschiedliche Lichtstimmungen. Ent-

⁵¹ Martin Schneider, Michael Guthe, Reinhard Klein, *Real-time Rendering of Complex Vector Data on 3d Terrain Models*, Berlin 2005.

⁵² George Pavlidis u. a., *Methods for 3D digitization of Cultural Heritage*, in: *Journal of Cultural Heritage* 8 (2007), S. 93–98.

⁵³ Zur teilautomatisierten Erstellung des im Spielfilm *Prince of Persia* eingesetzten historischen Stadtmodells: Barbara Robertson, *VFX wie Sand am Meer*, in: *Digital Production* 4 (2010), S. 110-117. Ein Werkzeug zur teilautomatisierten, parametrischen Rekonstruktion von Burganlagen stellen Gerth et.al. vor: Björn Gerth, René Berndt, Sven Havemann und Dieter W. Fellner, *3D Modeling for Non-Expert Users with the Castle Construction Kit v0.5*, Pisa 2005.

sprechend aufwändig wird bei solchen *Compositings* Lichtstimmung und Umgebung am realen Drehort eingefangen und anhand von Fotografien im 3D-Modell virtuell nachgebildet, ebenso müssen gegenseitige Schattenwürfe virtueller und realer Elemente berücksichtigt und beispielsweise beim Dreh mit Platzhalter-Objekten nachgestellt werden.⁵⁴

Animation

Im Gegensatz zum statischen Bild bilden dynamische Medien wie bspw. Filme eine zeitliche Veränderung ab. Derartige Zustandsänderungen wie Bewegungen oder Effekte sind im virtuellen 3D-Raum prinzipiell beliebig oft wiederholbar und nicht durch physikalische Gesetze limitiert. Insbesondere durch letzteres steht als Anforderung, Animationen und Modelle glaubwürdig wirken zu lassen.



Abb. 4:
Compositing als Zusammenfügung von realen und virtuellen Bildbestandteilen



Abb. 5:
Partikelsystem zur Darstellung flutender Tauchtanks eines Typ VII U-Boots

Bei der – noch immer am häufigsten eingesetzten – klassischen *Keyframe*-Animation definiert der Animator manuell Anfangs- und Endzustand einer zeitlichen Entwicklung, beispielsweise in Form von Ausgangs- und Endposition eines Objektes. Demgegenüber stellen scheinbar einfache Naturphänomene wie die Darstellung

⁵⁴ Birn, *Digital lighting & rendering* (wie Anm. 38), S. 374 ff.

bewegter bzw. stürmischer Wasseroberflächen aber auch Schneemassen und Feuer immens schwierig nachzubildende Objekte dar.⁵⁵ Lösungsansatz stellt die Betrachtung und digitale Modellierung von derartigen Phänomenen als riesige Zahl sich innerhalb bestimmter Freiheitsgrade individuell verhaltender Teilchen bzw. *Partikel* dar. In der Folge operieren derartige digitale *Partikelsysteme* (Abb. 45) ähnlich der prozeduralen Modellierung nicht mehr mit einzeln manuell animierten Objekten, sondern anhand von Regelwerken.

Einen ähnlichen Spezialisierungsgrad hat die Nachbildung von Charakteren bzw. Charakterverhalten erreicht. Um ‚menschliches‘ Aussehen und Verhalten künstlicher Charaktere als glaubwürdig zu empfinden, stellt die menschliche Wahrnehmung harte Anforderungen an deren Antropomorphismus.⁵⁶ Ohnehin gehört die Simulation realistischer Bewegungsabläufe schon aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Teilbewegungen zu den schwierigsten Aufgaben der Animation. Lösungsansätze stellen hier die Aufzeichnung und Übertragung der Bewegungen realer menschlicher Akteure, das sog. *Motion-Capturing* (Abb. 4), auf die virtuellen Charaktere dar.⁵⁷ Während dies für Massenszenen gute Resultate liefert, wirken derartige Simulationen in Nahaufnahmen aufgrund der beschriebenen Komplexität des realen Vorbilds jedoch häufig unglaubwürdig. In

⁵⁵ Flückiger, Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer (wie Anm. 13), S. 132 ff., Technische Ansätze zur Simulation von Schneemassen sowie zur Beschneigung von Objekten liefert: Nils von Festenberg, Schnee, der auf Kanten fällt. Diffusive Oberflächenerzeugung zur Beschneigung virtueller Welten, Saarbrücken 2011.

⁵⁶ Ein diesbezüglich bemerkenswertes Phänomen stellt das sogenannte *Uncanny Valley* dar, welches darauf verweist, dass ein Zusammenhang zwischen Antropomorphismus bzw. ‚Menschlichkeit‘ von Verhalten und Aussehen und deren Akzeptanz durch einen menschlichen Betrachter keineswegs linear verläuft. Masahiro Mori, The Uncanny Valley, in: *Energy* 7 (1970), S. 33-35.

⁵⁷ Béla Beier, Auf Mimikjagd, in: *Digital Production* 5 (2010), S. 40-41. Sowie: Richter, Digitaler Realismus: Zwischen Computeranimation und Live-Action. Die neue Bildästhetik in Spielfilmen (wie Anm. 13), S. 133 ff.

den letzten Jahren haben sich daher hybride Anwendungsmuster entwickelt, die auf eine Kombination beider Techniken setzen.⁵⁸



Abb. 6:
Durch Motion Capturing erfasste
Messpunkte eines Schauspielers



Abb. 7:
Regelbasierte Animation eines
Prozessionszuges mittels Crowd-
Simulation

Für eine filmische Darstellung wird das virtuelle Modell nebst seiner zeitlichen Veränderungen durch eine virtuelle Kamera aufgenommen. Die eigentliche Genese bzw. Berechnung einer Film- ausgabe wird dabei *Rendering* genannt. Mittels mathematischer Algorithmen werden anhand der definierten Eigenschaften des 3D-Modells zweidimensionale bzw. stereoskopische Ansichten berechnet.⁵⁹

Anwendungskontexte – Militärtechnik, militärische Bauwerke und Handlungen

Eine stimmige Strukturierung und Abgrenzung von Anwendungskontexten ist schon aufgrund der schieren Masse und Vielschichtigkeit nur begrenzt erfolgversprechend. Einen möglichen Ansatz liefert dabei Flückiger, welche hinsichtlich Zeitpunkt und Ortes der

⁵⁸ Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Computerspielentwicklung wurden hieraus komplexe Programme entwickelt, welche sowohl Bewegungsbibliotheken als auch Verhaltensregelwerke enthalten. Brandon Boyer, Product: Grand Theft Auto IV Using NaturalMotion's Euphoria, in: Gamasutra 2007-06-29 (2007).

⁵⁹ Hierzu: Birn, Digital lighting & rendering (wie Anm. 38), insbes. Kap. 9.

Verwendung von 3D-Techniken in der filmischen Darstellung unterscheidet – namentlich ‚vor‘ oder ‚in‘ der Kamera sowie im Rahmen des *Compositings*.⁶⁰ Wie Flückiger selbst bemerkt, ist diese Struktur jedoch nicht frei von Redundanzen und Überlappungen, ebenso ist mit Blick auf die Strukturierung anhand filmischer Verwendung bemerkenswert, dass der Einsatz von 3D-Visualisierung nicht in jedem Fall auch eine filmische Einbindung des Ergebnisses zum Ziel hat. Vielmehr finden diese Techniken beispielsweise auch in Form sogenannter *Previz bzw. virtueller Szenentests* im Vorfeld einer Filmaufnahme Verwendung, bei welchen die beabsichtigten Szenenabläufe hinsichtlich ihrer Wirkung und ihres Zusammenspiels getestet werden.⁶¹

Ein Blick auf Anwendungskontexte soll daher weniger eine Taxonomie als vielmehr eine beispielhafte Darstellung einzelner Einsatzgebiete zum Ziel haben. Vor dem Hintergrund des Betrachtungsgegenstandes computergenerierter Filmdarstellungen militärischer Sachverhalte stellt ein wesentliches Anwendungsgebiet die Rekonstruktion bzw. Konstruktion von militärischen Entitäten als virtuelle Szenerie dar. Ein weiteres Szenario umfasst die Darstellung militärischer Aktion – sei es mit Blick auf animierte Massendarstellungen, pyrotechnische Effekte oder physikalische Phänomene. Wie bereits ausgeführt, verschwimmen Grenzen dabei aber nicht nur zwischen Genres sondern durch die übergroße Bedeutung und Multifunktionalität des digitalen Modells im Produktionskontext auch mit Blick auf die Sinnhaftigkeit einer starren Unterscheidung zwischen Zielmedien. Ähnlich lässt der dürftige Forschungsstand zum Einsatz in der Unterhaltungsindustrie den Blick auch auf die ungleich größere Publikationsbasis zum wissenschaftlich-akademischen Einsatz ratsam erscheinen.

Militärische Bauwerke und Militärtechnik als digitale Szenerie

Die virtuelle Rekonstruktion bzw. Konstruktion von Bauwerken und Großgeräten gehört zweifellos zu den Hauptanwendungs-

⁶⁰ Flückiger, *Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer* (wie Anm. 13), S. 25.

⁶¹ Ebd., S. 236 f.

gebieten von 3D-Visualisierungstechniken. Mit Blick auf filmische Anwendung stellen derartige Artefakte häufig virtuelle Kulissen bzw. eine virtuelle Erweiterung eines räumlich begrenzten Drehortes dar. Derartige Effekte zur Vortäuschung großräumiger Bauwerke, Geräte oder ganzer Landschaften wurden vormals mit der Erstellung von – zumeist maßstäblich verkleinerten – Modellen oder in die Szene gemalten Hintergründen (sog. *Matte-Paintings*) erreicht. Mittels virtueller 3D-Techniken lassen sich die Nachteile beider Verfahren, namentlich die räumliche Begrenztheit des Modells und die starre Szenerie des gemalten Hintergrunds, weitgehend eliminieren. Entsprechend hat sich die Darstellung von gigantischen Strukturen in rasanten Kamerafahrten zu einem der Standardelemente moderner Filmsprache entwickelt. Insbesondere fantastische und futuristische Filme haben mittels Computergenerierte Objekte von schier aberwitzigen räumlichen Dimensionen geschaffen, beispielsweise in den Filmen *Matrix* (1999) oder *Prince of Persia* (2010). Das digitale Paradigma einer verlustfreien Kopie ermöglicht gerade für identische Strukturen aufwandslos eine quasi beliebige Reproduktion und damit, wie auch die bereits angesprochenen parametrischen Algorithmen zur wiederholungsfreien Modellgenese, eine zumindest theoretisch unbegrenzte räumliche Ausdehnung. Mit Blick auf den Untersuchungsgegenstand historischer militärischer Darstellungen sind Gegenstand vor allem Objekte mit großen räumlichen Dimensionen oder feiner Detailgrade, namentlich Bauwerke wie Wehranlagen, Städte und Landschaften aber auch militärtechnische Großgeräte.

Burg- und Festungsanlagen

Die überwiegende Zahl der bisher erfolgten Rekonstruktionen und filmischer Abbildungen von Burg- und Festungsanlagen hat frühere oder auch spätere Epochen als die frühe Neuzeit zum Betrachtungszeitraum. So beschäftigten sich zahlreiche wissenschaftliche Projekte mit der Rekonstruktion und filmischen Abbildung

mittelalterlicher Burganlagen,⁶² ebenfalls häufig und mit verschiedensten Zielstellungen werden Befestigungsanlagen der Weltkriege digital rekonstruiert.⁶³ Neben diesen eher realistischen Rekonstruktionen werden pseudohistorische Festungsanlagen häufig auch in fantastischen Unterhaltungsfilmen als virtuelle 3D-Modelle erstellt und eingesetzt.⁶⁴ Wie bereits ausgeführt, verfügen diese Wehrbauten, wie beispielsweise die Anlage Minas Tirith in *Die Rückkehr des Königs* (2003),⁶⁵ zumeist über riesige Dimensionen.. Eine von wenigen filmischen Abbildungen von frühneuzeitlichen Militärbauten stellt die Rekonstruktion des frühneuzeitlichen Bauzustandes der Festung Dillenburg im Zuge eines Projektes der Universität Siegen dar. Dabei wurde zur musealen Filmpräsentation ein synthetischer 3D-Überflug erzeugt, welcher sich auf eine Kameraanimation als dynamisches Element beschränkt.⁶⁶

Rekonstruktion und Konstruktion von Städten

Bereits ausgeführt wurde, dass die automatisierte Genese von riesigen Stadtmodellen zu den Paradedisziplinen parametrischer Modellerstellung gehört und entsprechend häufig praktische Anwendung bei der Erstellung von virtuellen Szenerien findet.⁶⁷ Neben derartigen generischen Städten, welche zumeist ‚nur‘ eine

⁶² Bspw. im Rahmen des Rekonstruktionsprojektes Moderne Erforschung und Präsentation von Burgen: <http://www.deutsche-burgen.org/modelle/index4.htm> (zuletzt am 04.12.2011).

⁶³ Beispielsweise vor dem Hintergrund des ersten Weltkrieges: *Mathilde – eine große Liebe* (2004).

⁶⁴ Als Beispiel einer derartigen Ergänzung: Sabine Hatzfeld, Viel Wirbel um VFX, in: *Digital Production 2* (2011), S. 50-52, insbes. S. 52.

⁶⁵ Darüber hinaus stellt die genannte Szenerie ein interessantes Beispiel für Problemstellungen und betriebenen Aufwand zur Verknüpfung von realen und virtuellen Schauspielern sowie realen und virtuellen Kulissen dar. Hierzu: Joe Fordham, *The Lord of the Rings: The Return of the King. Journey's End*, in: *Cinefex 96* (2004); Flückiger, *Visual Effects. Filmbilder aus dem Computer* (wie Anm. 13), S. 248 f.

⁶⁶ Severin Todt, Christof Rezk-Salama und Andreas Kolb, *Virtuelle Rekonstruktion und Interaktive Exploration der Schlossanlage Dillenburg*, Siegen 2009.

⁶⁷ Beispielhaft: M. Dikaiakou, Andreas Efthymiou, Yiorgos Chrysanthou, *Modeling the Walled City of Nicosia*, Brighton 2003.

mit Blick auf Epoche und Region glaubwürdige Stadtkulisse bieten sollen, haben zahlreiche Projekte die möglichst authentische Rekonstruktion und filmische Abbildung eines spezifischen historischen Stadtzustandes zum Thema. Beispiele dafür stellen die Rekonstruktion und Visualisierung der Stadt Dresden um 1756,⁶⁸ Duisburgs um 1566⁶⁹ sowie des Wiener Karlsplatzes in zwölf Zeitschnitten dar.⁷⁰ Ziel derartiger Stadtvisualisierungen ist vor allem die Vermittlung von städtebaulichen Raumeindrücken. Während das Dresdner Stadtmodell als monumentales 360°-Panorama in einem Ausstellungsgebäude beherbergt war, kann das Duisburger Modell als Teil einer interaktiven, virtuellen Ausstellung im Internet abgerufen werden.⁷¹ Eine Mischform stellen die Wiener Modelle und die daraus entstandenen Animationen dar, welche im Rahmen einer Ausstellung virtuell präsentiert wurden. Mit Blick auf den Topos Militärgeschichte fanden in allen drei Fällen Anlagen der Stadtbefestigung wie Stadtmauern, Tore und Gräben sowie Geschützstellungen Eingang in die Modelle, wobei eine Darstellung dabei nicht explizit, sondern vielmehr vor dem Hintergrund des integralen Bestandteils des frühneuzeitlichen Stadtbildes erfolgte. Das sich derartige Stadtmodelle jedoch nicht nur zur musealen Darstellung eignen, sondern zur wissenschaftlichen Analyse von realisierten oder hypothetischen Verteidigungsstrategien und -systemen bieten, zeigt die Nachbildung der Verteidigungsanlagen der Stadt Lissabon im Portugiesisch-Französischen Krieg 1808/1811.⁷² Am digitalen Modell wurden dabei Kommunikationswege,

⁶⁸ Das Panoramabild *Dresden 1756* wurde in den Grundzügen anhand eines 3D-Modells ausgeführt. Eine eigentliche Ausarbeitung fand dann mittels eines computerunterstützten Collage-Stils statt. Hierzu: Asisi Visual Culture GmbH, *1756 Dresden – Dem Mythos auf der Spur*, Berlin 2009.

⁶⁹ Volker Herrmann und Thomas Jędrzejak, *Hafen, Pfalz- und Bürgerstadt – Visualisierungen zu Duisburg im Mittelalter*, 2008.

⁷⁰ <http://www.wien-vienna.at/karlsplatz2.php> (zuletzt am 03.12.2011).

⁷¹ <http://www.duisburg1566-3d.de/3dmodell.html> (zuletzt am 03.12.2011).

⁷² Helena Rua, *A Contribution to the Study of the Defence of the City of Lisbon: the Peninsular Wars*, in: *Computer Applications to Archaeology 2009* Williamsburg, Virginia, USA. March 22-26, 2009 (2009).

Marschrouten, Sichtbeziehungen und Verteidigungslinien analysiert und dabei Hypothesen zum Ablauf des Feldzuges geprüft.

Militärtechnik

Insbesondere militärische Großgeräte wie Kriegsschiffe, Flugzeuge oder Panzer werden häufig und mit unterschiedlichen Zielsetzungen als 3D-Modelle nach- und in 3D-Animationen abgebildet, wobei insbesondere Schlachtschiffe des 20. Jahrhunderts ein beliebtes Rekonstruktionsobjekt sind. Bekannte Beispiele dafür stellen die computergenerierten Sequenzen in den Filmen *Pearl Harbour* (2001) sowie *Australia* (2008) dar. Während im 2001 gedrehten Spielfilm *Pearl Harbour* noch ein vergleichsweise großer Teil der Szenen mit realen Schiffen nachgestellt wurde und im Wesentlichen nur Explosions- und Zerstörungsszenen digital entstanden,⁷³ entstammt die gesamte Flotte von *Australia* dem Computer.⁷⁴ Insbesondere die dynamische Interaktion der detailreichen und im realen Vorbild äußerst komplexen Einheiten mit Wasserbewegungen, Gischt und Wind stellen sowohl für die herkömmliche Tricktechnik als auch die digitale 3D-Animation immense, wenngleich unterschiedliche Herausforderung dar. So wurden für den Fernsehfilm *Das Boot* von 1979 zahlreiche Innen- und Außenmodelle teilweise in Originalgröße gebaut und im Fall des Innenraummodells hydraulisch animiert.⁷⁵ Wie der Autor anhand eines ähnlichen Visualisierungsprojektes nachvollziehen konnte, war die Modellierung des computergenerierten U-Boots in *The Curious Case of Benjamin Button* (2008) im Vergleich dazu vermutlich deutlich weniger aufwendig.⁷⁶ Wie bereits ausgeführt stellt demgegenüber jedoch die Integration scheinbar trivialer Naturphänomene wie einer Was-

⁷³ Barbara Robertson, Ausgeklügelte Extreme, in: Digital Production 4 (2010), S. 36-39, insbes. S. 36 f.

⁷⁴ Thomas J. McLean, Australia: Sweeping VFX for a Luhrmann Epic. Animation World Networks (2008), S. 3.

⁷⁵ Wolfgang Petersen, Das Boot – The Making Of (Film), 1994. Ein ähnliches Beispiel stellen die anhand von Modellbauten realisierten Schiffsszenen in Emmerichs *Der Patriot* dar: n.b., Der Patriot, in: Arri News 9 (2000), S. 26-28.

⁷⁶ Jody Duncan, The Curious Case of Benjamin Button: The Unusual Birth of Benjamin Button, in: Cinefex 116 (2009).

serbewegung eine bedeutende Herausforderung für die 3D-Animation dar.⁷⁷

Thematisch sind neben den Weltkriegen auch Schiffe der amerikanischen Sezessionskriege Topoi virtueller 3D-Rekonstruktionen und filmischer Umsetzungen, wenngleich diese eher aus akademischer Sicht und zur musealen Verwendung erfolgten. Verwiesen sei diesbezüglich auf das Beispiel der CSS *Alabama*, eines 1862 erbauten Handelsstörers der konföderierten Streitkräfte. Das Schiff stellte dabei Gegenstand eines interdisziplinären Digitalisierungs- und Rekonstruktionsprojektes dar.⁷⁸ Da Teile des Schiffes noch erhalten sind, lag eine Zielsetzung hier vorwiegend in einer Erfassung, Kartierung und Dokumentation der noch vorhandenen Schiffsteile. Entsprechend kamen hierbei vor allem fotogrammetrische Verfahren der Datenerfassung zum Einsatz.⁷⁹ Nicht zuletzt aufgrund der Renaissance des Piratenfilms wurden daneben zahlreiche Schiffe des 18. Jahrhunderts digital nachgebildet und in Unterhaltungsfilmen wie der *Piraten der Karibik*-Reihe eingesetzt.⁸⁰

Für 3D-Rekonstruktionen und filmische Darstellungen von Militärtechnik der frühen Neuzeit sind hingegen nur für wenige Beispiele ausgeführt. Eines dieser Beispiele für die Erstellung und Verwendung eines digitalen Schiffmodells liefert der Kurzfilm *De*

⁷⁷ Sabine Hatzfeld, Sonderpreis für ScanlineVFX, in: Digital Production Sonderausgabe (2010), S. 42-44.

⁷⁸ Laurence G. Hassebrook, Charles J. Casey, Walter F. Lundby, Non-Contact Fiducial Based 3-Dimensional Patch Merging Methodology and Performance, in: Computer Applications to Archaeology 2009 Williamsburg, Virginia, USA. March 22-26, 2009 (2009), Benjamin Rennison, Maria Jacobsen, Michael Scafuri, The Alabama Yardstick: Testing and Assessing ThreeDimensional Data Capture Techniques and Best Practices, in: Computer Applications to Archaeology 2009 Williamsburg, Virginia, USA. March 22-26, 2009 (2009).

⁷⁹ Peter B. Campbell, High Tech on a Budget: Recording Maritime Cultural Heritage Using a Total Station, RhinoPhoto, and Rhinoceros NURBS, in: Computer Applications to Archaeology 2009 Williamsburg, Virginia, USA. March 22-26, 2009 (2009).

⁸⁰ Joe Fordham, Pirates of the Caribbean: At World's End: Into the Maelstrom, in: Cinefex 110 (2007).

Scheepsjongens van Bontekoe (2007).⁸¹ Der Film handelt in Anlehnung an eine historische Buchvorlage von einer Robinsonade im 17. Jahrhundert und wurde durch einen kommerziellen Dienstleister produziert und mit Animationen versehen. Technisch stellt der Film ein Beispiel für Kompositionstechniken dar. So überlagern sich Realfilmaufnahmen der Schauspieler mit 3D-Animationen von Schiff und Hintergrund. Datenbasis des Schiffsmodells bildeten dabei Konstruktionspläne.

Militärische Handlungen

Die Abbildung oder Anreicherung militärischer Sachverhalte mittels CGI-Techniken wird in einer Vielzahl von Unterhaltungsfilm und mit unterschiedlichsten Zielstellungen eingesetzt. Demgegenüber gibt es für militärgeschichtliche Topoi im Sinne einer authentischen Nachbildung einerseits deutlich weniger Anwendungsbeispiele, andererseits ist eine Kompetenz zur kritischen Beurteilung zumeist aufgrund der wenig profunden Kenntnis zur genauen optischen Wiedergabe von Explosionen oder Kämpfen wenig ausgeprägt.

Massenszenen

Gerade vor dem Hintergrund von Schlachtdarstellungen ist die Darstellung einer Vielzahl unterschiedlich agierender Personen von Nöten. Derartige Effekte waren in vordigitaler Zeit nur durch eine entsprechende Zahl von Statisten sowie aufwendige Modelle erreichbar. Inzwischen werden derartige Kampfabläufe digital simuliert, so beispielsweise in den *Herr der Ringe*-Filmen (*ab 2001*) oder *Der Patriot* (2000).⁸² Neben militärischen Darstellungen finden Massensimulationen bzw. *Crowd Simulations* auch zur Darstellung ziviler Sachverhalte Anwendung, beispielsweise um die Bevölkerung einer

⁸¹ <http://www.maxon.net/de/customer-stories/movies/singleview/article/de-scheepsjongens-of-bontekoe.html> (zuletzt am 03.12.2011); <http://www.planetx.nl/site/> (zuletzt am 03.12.2011).

⁸² Sebastian Mecklenburg, Digitale Ork-Massen: Im Fantasy-Spektakel ‚Die zwei Türme‘ schlägt der Rechner die Schlachten, in: c`'t 26 (2002), S. 34. Duncan, *The Patriot: Picking His Battles* (wie Anm. 1).

mittelalterlichen Stadt oder die Besucher eines antiken römischen Theaters zu simulieren.⁸³ Letztendlich stellen Schlachtordnungen im Film einen der Topoi kritischer Betrachtung durch die Geschichtswissenschaft dar. Der dabei generell in Bezug auf derartige Darstellungen geäußerte Vorwurf einer *Monumentalität*,⁸⁴ dürfte sich vor dem Hintergrund der durch CGI vereinfachten Produktion riesiger Schlachtordnungen zukünftig nochmals verstärken.

Pyrotechnische Effekte, biologische und physikalische Phänomene

Beinahe schon zum Inbegriff von computergenerierten *Visual Effects* ist die detaillierte Darstellung von eindrucksvollen Explosionen und Zerstörungen geworden. Dabei sind derartige Spezialeffekte bereits seit langem im Einsatz. Eine interessante Darstellung zur Umsetzung derartiger Explosionseffekte in vordigitaler Zeit bietet das *Making of* (1994) zum deutschen Fernsehfilm *Das Boot* von 1979.⁸⁵ Bemerkenswert ist dabei der zur Untersuchung, Rekonstruktion und Produktion einer glaubwürdigen filmischen Umsetzung nicht direkt beobachtbarer pyrotechnischer Effekte wie bspw. der Explosion einer (Unter-)Wasserbombe betriebene Aufwand. Generell kommt den Machern von Explosionseffekten zu Gute, dass nur wenige Betrachter eine Vorstellung von Aussehen und Ablauf solcher Ereignisse haben. Entsprechend fehlt dem Betrachter die Möglichkeit, anhand von Erfahrungswissen intuitiv zu falsifizieren und erlaubt im Umkehrschluss den Filmemachern größtmögliche Freiheit bei der Gestaltung. Hinsichtlich ihrer Funktion stellen derartige Effekte einerseits gerade im Actionfilm wichtiges Spannungselement dar und erlauben dem Betrachter an-

⁸³ G. Ryder, P. Flack, A. M. Day, Adaptive Crowd Behaviour to Aid Real-Time Rendering of a Cultural Heritage Environment. VAST 2004: The 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, Brussels and Oudenaarde, Belgium 2004, Pablo de Heras Ciechowski u. a., Real-time Shader Rendering for Crowds in Virtual Heritage, Pisa 2005.

⁸⁴ Anja Wieber, Vor Troja nichts Neues? Moderne Kinogeschichten zu Homers Ilias, in: Martin Lindner (Hrsg.), Drehbuch Geschichte. Die antike Welt im Film, Münster 2005, S. 141-162, S. 151.

⁸⁵ Petersen, *Das Boot – The Making Of* (wie Anm. 75).

dererseits den visuellen Rückschluss zwischen Waffeneinsatz sowie -wirkung – beispielsweise bei der virtuellen Explosion eines Lazaretts im 1. Weltkrieg im Film *Mathilde – Eine große Liebe* (2004).⁸⁶ Technisch gehören derartige Effekte zu den Domänen computergenerierter Bildsprache. Im Gegensatz zur bereits angeführten vor-digitalen Realisierung sind computergenerierte Effekte quasi beliebig oft reproduzierbar, skalierbar und korrigierbar. Ebenso sind diese per se keinen physikalischen Gesetzen unterworfen, womit in der Realität unmögliche Effekte wie die Kampfszenen des Unterhaltungsfilms *Matrix* (1999) realisiert werden konnten.⁸⁷ Mit Blick auf Kriegsszenen wird 3D-Animation daneben zur Darstellung verschiedener biologischer sowie physiologischer Phänomene benutzt, insbesondere hinsichtlich der Wirkung von Waffen auf menschliche Körper.⁸⁸

Landschaftsräume als 3D-Karte

Eine nochmals größere Skalierung stellt die Darstellung ganzer Landschaften oder Kontinente dar. Anders als konkrete Objekte oder Stadtdarstellungen dienen diese zumeist weniger als Kulisse denn als dreidimensionale Karte zur Vermittlung einer räumlichen Orientierung bzw. Übersicht. Beispiele für derartige Karten finden sich viele, so in der ZDF-Produktion *Borgia* (2011) oder der Dokumentation *Animated History of Poland* (2010).⁸⁹ Entsprechend des Verwendungszwecks ist zumeist weniger die Vermittlung eines realistischen Eindrucks als die Darstellung von schematischen Informationen intendiert, beispielsweise Front- oder Grenzverläufen aber auch Marschstrecken oder Schlachtaufstellungen. Gegenüber klassischen Kartendarstellungen sind auf diesen virtuellen Pendants nicht nur zeitliche Entwicklungen sondern auch Vergrößerungen bzw. *Zoom*-Fahrten der Kamera einfach darstellbar. Nicht zuletzt

⁸⁶ Rezension des *Making of* durch Kühl: Richard Kühl, „Une Année au Front“: Ein Dokumentarfilm über Jean-Pierre Jeunet am Set (wie Anm. 15).

⁸⁷ Kevin H. Martin, *The Matrix: Jacking Into the Matrix in: Cinefex* 79 (1999).

⁸⁸ Bspw. in *Der Patriot* (2000): Duncan, *The Patriot: Picking His Battles* (wie Anm. 1).

⁸⁹ Bruhnke, *High-Speed-History* (wie Anm. 33).

stellen dadurch mögliche extreme Kamerafahrten vom kontinentalen Überblick zur Akteursperspektive ein häufig genutztes Element moderner Bildsprache dar.

Resümee

3D-Animationstechniken haben sich inzwischen auf breiter Front zur filmischen Darstellung militärischer Sachverhalte etabliert. Dabei verschwimmen Grenzen zwischen verschiedenen Anwendungsperspektiven, Genres, Medien und Qualitäten angesichts von Trends wie einer Demokratisierung und Popularisierung von Produktion und Rezeption zunehmend. Zur Beurteilung historischer Grundlagen wird aufgrund seiner übergroßen Bedeutung sowie Multifunktionalität neben dem Resultat auch die Frage nach dem zu Grunde liegenden Modell sowie den genutzten Darstellungstechniken wichtig, nicht zuletzt, da ein resultierender Film mittlerweile eine – sowohl sequentielle als auch simultane Collage bzw. *Compositing* verschiedenster Techniken und Bildelemente darstellt. Militärische Sachverhalte werden in einer Vielzahl von Dokumentations- und Unterhaltungsfilmern mittels CGI-Techniken dargestellt, wobei Einsatzzweck und historische Authentizität stark variieren. Nur selten stellt dabei die Frühe Neuzeit Handlungszeit derartiger Filme dar, wobei diese Einschätzung eher vor der vergleichsweise geringen Zahl in dieser Zeit handelnder neuerer Filme als hinsichtlich technischer Präferenzen zu sehen ist. Generell ist CGI zu einem Standardwerkzeug der Filmproduktion geworden, wobei eine Anwendung vom bloßen Ersatz für bisher analoge Effekttechnologien oder Trickfilmdarstellungen immer mehr als ganzheitliche Technik Einzug hält.⁹⁰ Eine diesbezüglich absehbar nächste Evolutionsstufe greift aktuell die Produktfotografie vor, wo gerade in der Automobilwerbung vollständig synthe-

⁹⁰ Richter, Digitaler Realismus: Zwischen Computeranimation und Live-Action. Die neue Bildästhetik in Spielfilmen (wie Anm. 13), insbes. S. 81 f.

tische Abbildungen die klassische Fotografie weitgehend abgelöst haben.⁹¹

3D-Animationen stellen im wissenschaftlichen Bereich demgegenüber eher eine Sekundärverwendung des Forschungswerkzeugs 3D-Modellierung dar. Entsprechend ist der mit der Filmausgabe betriebene Zusatzaufwand häufig gering, ebenso wird innerhalb der wissenschaftlichen *Community* aktuell eine eigene, zur eher realistischen Unterhaltungsdarstellung unterschiedliche Bildsprache diskutiert.⁹²

Wie die Problematik historischer Darstellungen im Film generell, fand auch die Verwendung von CGI-Techniken zur Darstellung historischer Sachverhalte in den Geschichtswissenschaften bisher keine ihrer Bedeutung sowie Bandbreite angemessene Beachtung. Allenfalls für die Funktion als Ausgabemedium wissenschaftlicher 3D-Rekonstruktionen wurden Aspekte wie Darstellungsmodi, Bildsprache, aber auch die Integration von Quellen im wissenschaftlichen Diskurs aufgegriffen. Dabei bieten gerade Aspekte wie die Stereotypisierung und Wiedererkennbarkeit historischer Epochen und Regionen im Zuge von automatischer Landschaftsgenese ebenso Forschungsbedarf wie die Darstellung und narrative Bedeutung von historischen Waffenwirkungen.

⁹¹ René Staud, Patrick Staud und Rainer Zerback, *Automotive Imaging – von der Idee zum Bild*, in: *Digital Production 1* (2011), S. 40-43.

⁹² Münster, *Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften* (wie Anm. 5), S. 8 f.