

### 3. DISPOSITION DES COMPUTERS IN DER TRICKFILMPRODUKTION

In diesem Kapitel werden terminologische Vorraussetzungen geschaffen, die für die anschließende Analyse wichtig werden. In Form einer Übersicht werden notwendige Grundlagen dargelegt, die zunächst in ihrer erklärenden Funktion als *termini technici* erscheinen, aber sich in der anschließenden Untersuchung maßgeblich zu ästhetisierenden Faktoren wandeln.

Großer Wert wird hierbei auf die sorgfältige Auswahl von Begriffen gelegt, die innerhalb der 3-D-Computergrafik stets zentralen Charakter aufweisen. Bei einer künftig bedeutender werdenden CG-Filmproduktion darf ihnen ihre Expansion über das sprachliche Einsatzgebiet des Computers hinaus prognostiziert werden.

#### 3.1. CGI im filmwissenschaftlichen Diskurs

Die meist regiezentrisch orientierte Filmwissenschaft erfährt im trickfilmorientierten Untersuchungsgebiet eine Abkehr vom Filmemacher als Identifikationsträger des Filmwerks. Dies geschieht vermutlich aus der Rhetorik eines animatorisch nicht selbst Hand anlegenden Regisseurs heraus. Bereits im konventionellen Trickfilm tritt der Regisseur identifikatorisch in den Hintergrund, was im Gegensatz zur live-action-Rezeption steht, in denen der Regisseur oft synonym mit den gesamten Stab betrachtet wird. Die von der Filmwissenschaft praktizierte Vorstellung des Trickfilmstudios legt die Annahme nahe, dass es sich bei einem Trickfilm nicht um den Regisseur handelt, der die Puppen phasenweise verändert oder Phasenzeichnungen anfertigt. Diese Sicht wird legitimiert durch den Einfluss des marktbeherrschenden Namens ›Walt Disney‹, der als Person zwar durchaus punktuelle, aber niemals umfassende Regietätigkeiten bei Cartoons, Trick- und Realspielfilmen seines Repertoires ausübte. Scheinbar überwältigt von dem mächtigen Namen, bei dem auch amerikanische Filmwissenschaftler einräumen, sich nur mühsam gegen dessen Synonymisierungsverlockungen mit dem klassischen,

amerikanischen Zeichentrickfilm zu behaupten (vgl. Maltin 1980: 68; Furniss 1998: 13, 109; Wells 2002: 19; Allan 1997: 240), kommt der theoretische Trickfilmdiskurs kaum an dem von Disney herrührenden, quantitativen Identifizierungsangebot vorbei. Um so dem nicht mehr vom Regisseur getragenen Trickfilm eine ebenbürtige Identifikation zu ermöglichen, begibt sich der Diskurs auf eine Suche nach einem anderen Schöpfer und findet den ›Trickfilmmacher‹ schließlich in der Person des ausführenden Produzenten (executive producer). Der ausführende Produzent wird beim Trickfilm an die Stelle des auteurs gesetzt und gewinnt so die Rolle, wie sie der Regisseur des Realfilms nie abzugeben braucht. Namhafte Beispiele untermauern diese Tendenz in der filmwissenschaftlichen Literatur: Walt Disney, Tex Avery, Hanna & Barbera, Friz Freleng, Walter Lantz, Tim Burton.

Für die Computeranimation verfährt der Diskurs ähnlich. War und ist es beim Zeichentrickfilm der ausführende Produzent, der als Schöpfer und auteur fungiert, schlägt der computeranimierte Film eine ähnliche Richtung ein und steuert begrifflich die Allianz aller am Computerfilm Beteiligten an, die er in der Produktionsfirma findet. Der computeranimierte Film wird somit nicht mit dem Regisseur und nicht mit dem Produzenten, sondern tendenziell mit dem inszenierenden Produktionsstudio verbunden; CG-Spielfilme werden mit den Namen ihrer Produktionsfirma identifiziert: Pixar, Blue Sky, DreamWorks sind die wichtigsten der zahlenmäßig (noch) überschaubaren CG-Studios. Die vorliegende Untersuchung greift diese Tendenz auf und identifiziert Spielfilme mit dem Namen der dahinterstehenden Produktionsfirma, falls nicht eine Einzelperson unmittelbar geeignet erscheint, das Gesamtwerk zu vertreten, wie es bei *Toy Story* und John Lasseter der Fall ist.

### 3.2 Algorithmisierung

In Frühwerken wie in den Kurzfilmen von John Lasseter sowie 1995 in dem von Lasseter inszenierten Langfilm *Toy Story* wurde von Seiten der 3-D-Artists auf proprietäre bzw. Pixar-interne Software zurückgegriffen. Diese Notwendigkeit ergab sich aus der Neuartigkeit der Illusionserzeugungsambitionen über Computer, für die die Softwareindustrie noch keinen massenorientierten Markt erkennen konnte. Die von hausintern beschäftigten Programmierern geschriebene 3-D-Software deckte die drei wichtigen Einsatzgebiete Modellierung, Animation sowie Bildberechnung ab. Diese Dreiteilung der Einsatzbereiche wurde später von den für den kommerziellen Verkauf geschaffenen 3-D-Softwareprogrammen übernommen.

Die ersten käuflichen, von der Softwareindustrie für PC- und Macintosh-Computer bereitgestellten 3-D-Programme gelangten in den Jahren 1992-1996 auf den Softwaremarkt. Nach und nach wurde deren Einsatzbedarf von der Film- und Fernsehbranche erkannt, und die Unternehmen begannen, in käuflich erwerbbarer 3-D-Softwarelizenzen einzusteigen bzw. auf solche umzusteigen.

Der Computer und seine von Prozessor, Arbeitsspeicher und Grafikkarte zugesteuerte Rechenleistung werden als unbestreitbar wichtige Hardwarevoraussetzungen in der vorliegenden Arbeit zwar konstatiert, aber nicht weiter analysiert.<sup>1</sup> Eine 3-D-Software verarbeitet die physikalischen Bedingungen aller Objekte im imaginären Raum zur Schaffung einer naturgetreuen, dreidimensional erfahrbaren virtuellen Szene. Sowohl die geometrischen als auch die ästhetischen Vorgaben werden in der 3-D-Anwendersoftware mithilfe von Algorithmen umgesetzt und somit visualisiert. Um im Computer ein realistisch wirkendes Bild zu erzeugen, müssen physikalische und analog ablaufende Prozesse konkretisiert und in digitale, nachvollziehbare Prozesse umgeformt werden. Diese lassen sich von mathematischen Algorithmen ausführen. Computerprogramme wie 3-D-Applikationen sind dazu da, um die Physik der Beleuchtung bzw. Lichtverteilung einer Szene und der Farbgebung von Objekten exakt simulieren zu können, so dass sie im Falle der höchsten Vollendung von Realaufnahmen mit der Kamera nicht zu unterscheiden sind (Brugger 1993: 21f). In der Computergrafik ist die 3-D-Animation der »komplexeste Bereich« (Willim 1989: 398). Algorithmen sind festgelegte Berechnungsverfahren, die dazu bestimmt sind, Geometrie und Materialeigenschaften von Objekten physikalisch korrekt wiederzugeben. Sie bilden das operative Fundament in der 3-D-Computergrafik. Willim definiert »Algorithmus« wie folgt:

Ein Algorithmus enthält alle Regeln, Vorschriften und Arbeitsschritte, die für die Lösung eines Problems bzw. einer Aufgabenstellung notwendig sind. Probleme werden vom Programmierer in logische Einzelschritte aufgegliedert. Er muß das Problem analysieren und alle wichtigen Fakten zusammenfassen, um die Aufgabe präzise beschreiben zu können. Dann konstruiert er eine Folge von logischen Grundoperationen, die dem Rechner den Weg zur Lösung vorschreiben. Wenn ein solcher Algorithmus festgelegt ist, wird er entsprechend den Regeln der eingesetzten Programmiersprache in klare Befehle übersetzt. Die Logik der Grundoperationen muß dabei exakt stimmen. Dieser in den ent-

---

1 Für eine Aufstellung notwendiger Hardwarekomponenten vgl. Brugger 1993: 253. Zur Entwicklung grafikgeeigneter Computersysteme vgl. Kerlow 1996: 4).

sprechenden Computer-Code übersetzte Algorithmus wird zur Lösung der Aufgabe systematisch vom Rechner abgearbeitet, wobei sich bestimmte Rechenoperationen beliebig wiederholen können (Willim 1989: 406).

Willims Definition impliziert eine Dichotomisierung der Arbeit am Computer in Programmierer und Programmanwender – in diesem Fall der 3-D-Artist. Der Programmierer formuliert bei der Entwicklung der Software Regeln, Vorschriften und Arbeitsschritte vor, die in die Software implementiert werden. Der Programmanwender wird mit Erfordernissen der Programmierung nicht in Berührung kommen, statt dessen ruft er latente Algorithmen auf. Manovich ergänzt hierbei, dass der Anwender in einen Dialog mit den Programmierern tritt: »Of course humans have designed these tools, so it would be more precise to say that the author who uses electronic/software tools engages in a dialog with the software designers« (Manovich 2002: [www.manovich.net/DOCS/models\\_of\\_authorship.doc](http://www.manovich.net/DOCS/models_of_authorship.doc), Abschnitt 5). Diese Wechselbeziehung zwischen Programmierer und Benutzer lässt sich auf viele EDV-Bereiche ebenfalls anwenden, für den relevanten Untersuchungsgegenstand bedeutet dies, dass sich der 3-D-Artist mit Hilfe von Algorithmen, wie sie im nachfolgenden Kapitel 4 eruiert werden, auf den künstlerischen Aspekt konzentrieren kann.

Die Entwicklung von Algorithmen für die CGI war eng gekoppelt an die Entwicklung leistungsfähigerer Speichermöglichkeiten von Rechnern. Obwohl Hardware als Untersuchungsgegenstand ausgeklammert wird, soll hier marginal der Entwicklungszusammenhang zwischen kapazitiver Hardwareleistung und ihren Kosten angedeutet werden, dem die Branche ständig unterliegt. Jim Blinn berichtet in seiner Anthologie über die Leistung damaliger Rechner während seiner Tätigkeit im New York Institute of Technology des Sommers 1976, die er im Vergleich zum heutigen Standard als »lächerlich klein«<sup>2</sup> (Blinn 1998: 132) bezeichnet. Als Absolvent der University of Utah arbeitete er dort zusammen mit Ed Catmull in einem Computer Graphic Lab. Blinn nimmt den frame buffer – eine Speichererweiterung für Grafikkarten – als Maßstab. Die damals vorhandenen Rechner konnten ein Bild speichern in der Auflösung von 512x480x1 Pixel, was 80.000 Dollar kostete. Blinn setzt dem einen Preis von 1998 gegenüber, wo eine frame-buffer-Karte mit 1 MB Speicher, 640x80x3 bytes per pixel 32 Dollar kostete. Blinn rechnete zum Stand 1998 eine um den Faktor 4700 gestiegene Leistung gegenüber demselben Preis im Vergleich zur Zeit vor 22 Jahren aus (ebd.).<sup>3</sup>

---

2 A.d. Engl.: »laughably small«.

3 Auf den zurückliegenden Stand der Erhebung von 1998 sei hingewiesen.

Foley setzt den Anfang der 80er Jahre als den Beginn der Computergrafik an und misst dies nicht nur an der Bedingung gefallener Hardwarekosten, sondern auch an der Verfügbarkeit »problemorientierter, geräteunabhängiger Graphikpakete« (Foley 1994: V), die zum ersten Mal »das Versprechen bildlicher Kommunikation erfüllen« und »zu einem wichtigen Bestandteil der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine« werden (ebd.). Mit diesem Ansatz hat Foley die Wechselbeziehung zwischen Hardware und CG-Kunst um den Faktor »Software« erweitert: erst die erforderlichen Hardware-Mindestkapazitäten ermöglichten den Einsatz komplexerer Software, mit deren Hilfe erst die Kunstfertigkeit der Computeranimation umgesetzt werden kann.

Dennoch blieb das Verhältnis von Rechenleistung und Anschaffungskosten in einem derartigen Missverhältnis, dass das synthetische Erzeugen von dreidimensionalen Animationen bis zu Beginn der 90er Jahre nur eine Domäne von Großrechnersystemen war. Erst in den letzten Jahren vor Ende des vorigen Jahrhunderts begünstigte das sich ständig ändernde PreisLeistungsverhältnis die Entwicklung der Hardware im Personal-Computer-Bereich, deren proportional leistungsfähiger werdende Software eine größer werdende Anzahl von Computeranwendern einlud. Unterstützt von maßstabsetzenden Betriebssystemen wurde der Computer »leistungsfähig genug, um hochwertige Animationen zu erzeugen, günstig genug, damit jeder ihn sich leisten kann, portabel genug, um ihn immer bei sich zu haben und bekannt genug, damit er überall angetroffen und eingesetzt werden kann« (Brugger 1993: 21).<sup>4</sup>

### 3.3 Stationen der CG-Produktionslinie

If you want to make great animation, you need to know how to control a whole world: how to make a character, how to make that character live and be happy or sad. You need to create four walls around them, a landscape, the sun and moon – a whole life for them (Shaw 2004: 1).

Mit diesen Worten fasst Shaw die Aspekte einer Animation, wie sie auch Bestandteil der CG-Filme sind, prägnant zusammen. Sie besagen, dass eine Animation, ganz gleich, ob es sich um eine kurze Filmszene handelt oder um einen abendfüllenden Spielfilm, auf denselben Aspekten der mise-en-scène basiert, die in diesem Abschnitt näher betrachtet werden. Es handelt sich dabei um die Gebiete, in denen die konventionellen Werkzeuge vom Einsatz der 3-D-Software abgelöst werden. Die Main-

---

4 Für eine detailliertere Entwicklungsgeschichte des PC vgl. Walitsch 1998.

production unterscheidet sich auf Gebieten der Inszenierung, doch kongruieren auch viele Aspekte der Preproduction; Drehbücher werden in traditioneller Gestalt abgefasst, ebenso das für Animationsfilme spezielle Casting der Schauspieler, die für Figuren ihre Sprechstimme verleihen. Die Arbeit am CG-Spielfilm beginnt mit einem Storyboard. Der Gebrauch eines solchen lässt erkennen, dass die Inszenierungsforschung des CG- und des Trickfilms viele interdisziplinäre Gemeinsamkeiten vorfindet. Das Storyboard beinhaltet meist Zeichnungen ausgewählter Objekte in ausgewählten Schlüsselposen, sowie Skizzen des Designers als Grundlage für die Modellierung jeglicher Objekte, die in dem gesamten Film vorkommen. Diese Objekte werden meist grob eingeteilt in die Kategorien Figuren (characters), Requisiten (props), Umgebung (environment).<sup>5</sup> Anschließend folgt die Eruierung von Methodik und Variation von Eigenschaften. Wells fügt hinzu, dass in dieser Phase auch stets die Frage beantwortet werden kann und soll, ob für den Filmemacher die CG-Animation das geeignete Medium ist, um seine Geschichte erzählen zu können (Wells 2002: 16). Die folgende Deskription der CGI-Produktionslinie beginnt daher an dem Punkt, wo der Einsatz der 3-D-Softwareapplikation tradierte Phasen des Filmedrehens ablöst und damit den vollständig computergenerierten Film kennzeichnet.

Um anhand eines CG-Szenenbeispiels aus einem gerenderten Spielfilm in die genannten 3-D-relevante Elementarbereiche zu untergliedern, erscheint die von Hopkins beschriebene Sequenz des Filmes *Shrek 2* (USA 2004, Regie: Andrew Adamson, Kelly Asbury) zur Veranschaulichung geeignet. Die Analyse einer CG-Filmsequenz hilft, die zu klassifizierenden Gebiete des computerbasierten Filmemachens zu vermitteln. Hopkins setzt die konzeptionelle Ausarbeitung für die Umsetzung einer Filmszene in eine 3-D-Szene als vorausgehende Phase an. Innerhalb dieser Phase sammelt er anhand von *Shrek 2* exemplarische Anforderungen, die zu erfüllen sind, noch bevor ein 3-D-Artist am Computer die virtuellen Modelle konstruiert. Hopkins' Beispielsequenz ist die Waldszene, in der Shrek und der sprechende Esel zum ersten Mal auf den gestiefelten Kater treffen.

Um die organische Grundform von den Filmfiguren wie Shrek, dem Esel oder dem gestiefelten Kater zu erschaffen, bedarf es genauer Kenntnisse der Anatomie dieser Figuren. Die Erschaffung einer digitalen Figur nimmt viel Zeit in Anspruch, und der Weg der Modellierung ist lang, insbesondere wenn das künstlerische Endprodukt einen gesteigerten Fotorealismus einfordert, die über Spielzeugpuppenhaftigkeit hinaus geht. Bei der Gestaltung einer 3-D-Figur muss sich der 3-D-Artist stets be-

---

5 Zur näheren Begriffsbestimmung sei auf Kapitel 4 verwiesen.

wusst sein, dass diese aus jeder beliebigen Ansicht den charismatischen Anforderungen genügen muss. Ford/Lehman vergleichen hierbei 2-D- und 3-D-Modellierungsanforderungen:

Traditional animation affords the artist the liberty of drawing from the best pose at the chosen angle. Often the traditional animator can cheat a pose to make the scene work. 3D characters lack this sort of freedom as the camera often highlights the parts of the character that need the most work (Ford/Lehman 2002: 54).

In auffallender Weise sprechen Ford/Lehman von einem Verlust der Freiheit des 3-D-Artists, die der konventionell arbeitende Trickfilmzeichner besitzt. Dies kann so interpretiert werden, dass der 3-D-Artist nicht die Bequemlichkeit besitzt, die Figur nur von der Kameraseite visuell zu zeichnen, sondern die Ausmodellierung einer Figur eine Sorgfaltsnotwendigkeit bedingt, sie aus allen denkbaren Perspektiven anschaulich werden zu lassen. Ob es sich jedoch um einen ›Verlust an Freiheit‹ handelt, kann Ford/Lehman nicht bestätigt werden, vielmehr erscheint die dreidimensional bedingte Multiperspektivität als ›Gewinn an Freiheit‹ naheliegender trotz des implizierten, zusätzlichen Aufwands.

Neben der grundsätzlichen Frage der Ausgestaltung der Figuren<sup>6</sup> wirft die ihre Umgebung in globalen Zusammenhang eine nicht minder wichtige Reihe von Fragen auf, deren Beantwortung Voraussetzung für das filmisch-inszenierende Modellieren und Animieren am Computer ist. Mithilfe von Konzeptskizzen werden die visuellen Grundlagen von Komposition, Stimmung, Beleuchtung und Ausgestaltung festgelegt. Zugrundeliegend ist die »Bühne, auf der die Figuren agieren und kämpfen. Wo verbringen sie die meiste Zeit? Dann müssen sie von Punkt A nach B, wobei B der Zielpunkt ist. Wie weit im Wald muss man die Szene also ansetzen« (Pilcher, zit.n. Hopkins 2004: 72)? Zur Ausgestaltung der Grundszene gehört der Entwurf verschiedener Objekte und optischer Merkmale, die das Setting im Wesentlichen bestimmen. In diesem Fall konnte man die Umgebung nicht mit allzu viel Felsen und Bäumen verbauen, sonst wäre der Ablauf der Aktion behindert. Wird die Umgebung dagegen zu kahl, sieht die Szene nicht mehr richtig nach Wald aus. In der darauffolgenden Phase wurde die Waldszene mit ausreichend Kiefernadeln, Eicheln, abgefallenen Zweigen, Steinen, Kieseln und Moos in allen Variationen ausgestattet. Nach der Modellierungsphase schließt sich die Phase der Oberflächenbearbeitung der Objekte an. Die Konzeptionalisierung dieser Beispielsequenz im Wald bedingt eine Veränderung

---

6 Die Modellierung von Figuren wird in einem späteren Kapitel behandelt.

der für den Spannungsaufbau und die Stimmung verantwortlichen Elemente. Eine Szene ist erst vollständig mit der Installation einer Kamera, und »dem Einsatz von Licht kommt ganz besondere Bedeutung zu, denn es entscheidet über Gefühl und Aussehen der Szene mit« (Hopkins 2004: 72). Die Konstruktion von Figuren und Umgebungen fällt in die Phase der Modellierung.

### *Modellierung*

In der Designerphase werden mit Hilfe eines 3-D-Anwenderprogramms die ersten Modellierungsversuche bestritten. Dies bedeutet ein programmgestütztes, geometrisches Modellieren (modeling) unter Einsatz von Algorithmen, die Grundoperationen zur schrittweisen Lösung von Konstruktionsaufgaben bieten, deren Resultat das Objekt in der gewünschten Gestalt erwarten lassen. »The spatial description and placement of imaginary three-dimensional objects, environments, and scenes with a computer system is called modeling« (Kerlow 1996: 19).<sup>7</sup>

3-D-Anwenderprogramme wie die noch zu beschreibende Software 3ds max ist so konzipiert, das der 3-D-Grafiker mit der rein mathematisch formulierten Programmiersprache der von ihm aufgerufenen Algorithmen<sup>8</sup> nicht in Berührung kommt. Er bekommt das Resultat seiner im Hintergrund ablaufenden Rechenoperationen sichtbar in den Ansichtsfenstern auf dem Bildschirm mit. Grabowski/Nake bezeichnen dies als »algorithmische Kunst« (Grabowski/Nake 2005: 143), auch wenn sie ihrer Bezeichnung eher einen Sammelbegriffscharakter zusprechen, da sie das Benutzeroberflächendesign der Software hinzuzählen und auf ihren Begriff leider nicht näher eingehen. Die Anwenderprogramme der höheren Liga bieten Programmierern darüber hinaus die Möglichkeit, in einer vorgegebenen Programmiersprache additive Algorithmen zu schreiben und diese in das Programm zu implementieren, wovon die für den Hollywood-Film arbeitenden Animationsstudios häufig Gebrauch machen. So werden neben 3-D-Artists auch Informatiker und Programmierer beschäftigt, die zusätzliche Algorithmen schreiben meist zur effektiveren Lösung spezieller Darstellungsanforderungen.

Im Vordergrund steht hier die Erstellung und Modifizierung aller in der Szene vorkommenden Geometriekörper. Ausgewählte, im Film auftretende Objekte werden so im virtuellen dreidimensionalen Raum modelliert mit Hilfe einer 3-D-Anwendersoftware wie 3ds max auf der Basis von Zeichnungen, Skizzen oder digitalisierten (gescannten) Bildern. Modelliert wird in der Regel über die Tastatur, mit der Maus oder auch

---

7 Hervorhebungen des Originals weggelassen.

8 Ein Überblick über standardisierte Algorithmen vgl. Foley 1994.



über ein Grafiktablett. Hierbei besitzt der 3-D-Artist meist ständigen, interaktiven Sichtkontakt über die Ansichtsfenster der Software zum virtuellen Modell. Hier wird die erste zielgerechte Visualisierung der zugrundeliegenden Idee der Geschichte vorgenommen. Der Modellierungsvorgang schließt auch die Anordnung einzelner Objekte für den Hintergrund mit ein. Innerhalb dieser Phase entsteht auch das Layout, in der die Auflösung einer Sequenz dokumentiert wird. Lasseter fokussiert im Layout »story sketches« des Drehbuches, die in »specific shots« (Lasseter/Daly 1995: 62) übersetzt werden. Sowohl Storyboard als auch Layout vermitteln eine Indikation, wie die Erzählung visuell transformiert werden kann, und stellen ein optisches Vokabular der zu animierenden Bewegung dar. Sie legen zuweilen auch bildkompositorische Richtlinien fest, potenzielle Kameraperspektiven sowie den narrativen Kontext. Neben dem Storyboard wird für jede Figur ein Model Sheet angefertigt, das diese Figur in ausgewählten Schlüsselposen zeigt. In dieser Phase kommt der vorher etablierte Stil der zuständigen Filmproduktion zum Vorschein.

Im Stadium des Gestaltungsprozesses kommt die ständige Analyse und Revision hinzu. Entscheidungen, die innerhalb der Preproduction getroffen wurden, gelangen zur anstehenden Ausführung des Films. Das Shooting Script greift in dieser Phase besonders signifikant in Bezug auf die Geschichtenerzählung ein, worunter Fixierung der Dialoge und Hierarchiebildung der plotbildenden Ereignisse fallen. Es dient auch als Basis für parallel entstehenden Ton, der Dialoge, Geräusche und Musik beinhaltet. Darüber hinaus wird Stilfestigkeit hinterfragt, die auf die Bedeutung einer unzweideutigen, stärkeren Persönlichkeit gegenüber Schauspielern hinausläuft, was sich in einer Forderung für die 3-D-Artists spiegelt, Charisma einer modellierten Figur durch Handlungen und Körpersprache darzulegen (vgl. Kapitel 4.1). Diese Artists werden Künstler in einem besonderen Sinn, sobald sie durch Inspiration der Dialoge und mit nuancierter Performance der Stimmen arbeiten (Wells 2002: 23). »The animator must necessarily predicate the performance on the ways that characters move, and by concentrating on the relationship between action and reaction, facilitate the physical signifiers which illustrate and prompt emotions« (ebd.: 24). Wells konstatiert, dass in der Modellierungsfrage bereits Entscheidungen bezüglich der charismatischen Eigenheiten einer Figur getroffen werden müssen, die über rein anatomische Fragen hinausgehen und bevorstehende Bewegungsreglements inkludieren. Diese Aspekte werden in Kapitel 4 erläutert. Jede Sequenz des Films besteht meist aus einer eigenständigen 3-D-Szene, die mit Hilfe der 3-D-Software entsteht. Darin befinden sich in der Regel die Netzobjekte von Figuren und deren Kleider, von Hintergrundlandschaften, Requisiten oder Naturelementen wie Regen.

Ebenfalls nach normativen Zeichnungen wird das Umfeld bzw. die Umgebung modelliert. Der Modellierungsprozess eines jeden Objekts besteht aus der Erstellung von Netzobjekten im Raum. Alle für die Szene notwendigen Objekte müssen erstellt und bearbeitet werden in Form, Volumen und Material. Hierzu verwendet der Artist die zahlreichen Hilfsmittel und Werkzeuge, um dreidimensionale Objekte zu modellieren. Mithilfe der Ansichtsfenster in der 3-D-Applikation können Objekte schon in ihrer Konstruktionsphase von allen Seiten begutachtet werden bzw. sind frei transformierbar. Oftmals führen verschiedene Konstruktionsmethoden, die sich in komfortabler Animierbarkeit, flexibler Nachbesserungsmöglichkeit und Eleganz unterscheiden, zum gleichen Ziel.

### *Kamera und Beleuchtung*

Nach der Fertigstellung aller Objekte wie Figuren, Kleidung, Umfeld, Requisiten folgt im nächsten Schritt die Erstellung und dramaturgisch motivierte Positionierung der Kamera, um einen festgelegten Betrachterstandpunkt, oft auch point of view (pov) bezeichnet, nicht zu verlieren. Die Ansichtsfenster können auf den Betrachterstandpunkt der Kamera eingestellt bzw. umgestellt werden. Auf die Positionierung der Kamera folgt unmittelbar das Einbringen von Lichtquellen für die Szene, um die Objekte passend auszuleuchten. Der Produktionsdesigner<sup>9</sup> Guillaume Aretos berichtet hierüber: »Je nachdem, wie eine Kulisse ausgeleuchtet ist, kann sie tausend verschiedene Dinge ausdrücken [...] Das Gute an unserem Job ist, dass wir keinen Kameramann haben und [...] selbst die Kameramänner sind« (Aretos, zit.n. Hopkins 2004: 72). Aretos empfindet die Einrichtungsphase von Kamera als vorteilhaft, da auf keinen Kameramann zurückgegriffen werden muss. Dies lässt einen disziplinären Unterschied sowohl zum Realfilm als auch zum benachbarten Puppentrickfilm antizipieren, der in Kapitel 4.3 adäquat erläutert werden wird.

Der Ein- und Beleuchtungsprozess findet in diesem frühen Stadium der Ausgestaltung einer Szene nur in einer Rohform statt, der sich darauf beschränkt, die Zahl der Lichtquellen festzulegen und als konzeptionelles Layout im Zuge der ersten Bildberechnungen zu dienen. Für diese Bildberechnungen dürfen die festgelegten Lichtquellen danach nicht mehr verändert werden. Beispielsweise kann es sich bei der Lichtquelle in einem Innenraum tagsüber um ein Fenster handeln, eine offene Tür oder ein Riss in der Wand. Kombinationen sind denkbar. Bei Nacht werden diese Lichtquellen ersetzt durch Fackeln, Kaminfeuer oder Mondlicht.

---

9 Auf die Aufgaben des Produktionsdesigns wird in Kapitel 4.2 genauer eingegangen.

Jede Lichtquelle besitzt eine charakteristische Farbtemperatur, die über Stimmung und Gefühl der Szene mitentscheidet (vgl. Kapitel 4.4).

### *Material*

Nach der Festlegung von Kamera-Standorten und Lichtquellen entwirft der Konstrukteur Materialien und Texturen für die Objekte der Szene, die bis dahin zwar in ihrer Form vollendet, aber in Materialität noch indifferenziert sind. Die Oberflächenbeschaffenheiten bestimmen die Substanzartigkeit und Zustandserscheinung eines Objekts, das beispielsweise aus Metall, Holz oder Plastik besteht, mit trockenen oder nassen, opaken oder transparenten Attributen. Alle Aspekte der Materialität werden ausführlich in Kapitel 4.2 zu behandeln sein.

### *Animation*

Nach Abschluss der geschilderten Arbeitsschritte gelangt die Animation als zweite fundamentale Aufgabe der 3-D-Applikation zum Einsatz. Hierzu müssen Fragen über Zeitdauer der Szene sowie Choreografie der Objekte, gegebenenfalls auch der Kamera und der Lichtquellen, beantwortet werden. Das Grundprinzip der Animation ist eine Variation des Objekts auf Zeit. Die Einfügung des Zeitparameters erlaubt eine Änderung des Objektes in Bezug auf Erscheinungsbild bzw. Position im Raum. Als gebräuchliche Methoden der Animation haben sich keyframing (ein Objekt wird von Punkt A nach Punkt B manövriert), pfadorientierte Animation (das sich bewegende Objekt folgt einer vordefinierten, latenten Linie), Motion Capturing (Bewegungserfassung realexistierender Objekte, die im Vorfeld aufgezeichnet und im 3-D-Programm auf das zu transformierende Objekt übertragen wurde) und Morphing (fließende Objektgestaltsänderung)<sup>10</sup> etabliert. Animation bildet den Schwerpunkt in Kapitel 4.5.

---

10 Der Begriff Morphing besitzt gegenüber dem diskursiven Verständnis einen nur beschränkten Stellenwert innerhalb der CGI. Er bezeichnet die Verwandlung ein- und desselben Körpers von einer Gestalt A (Morphquelle) zu einer anderen Gestalt B (Morphziel). Das zu verwandelnde Objekt muss latent in zweifacher Ausfertigung modelliert werden, als Morphquelle und als -ziel. Eine notwendige Voraussetzung für den Morphprozess ist die identische Scheitelpunktzahl beider Objekte, woraufhin aber im Modellierungsprozess im Sinne der Grafiker selten hingearbeitet wird. Aus diesem Grunde werden etwaige Verwandlungen von Gestalten meist auf anderem Wege erreicht als mit der engdefinierten Morphingmethode, selbst dann, wenn das Resultat identisch aussieht bzw. einen Morphprozess vermuten lässt.

### *Bildberechnung/Rendern*

Vor dem Einsatz des Renderprozesses ist die fertiggestellte 3-D-Szene lediglich virtuell in den von der 3-D-Software zur Verfügung gestellten Ansichtsfenstern erfahrbare. Diese Darstellung der Szene beschränkt sich – um die Echtzeitanforderungen einhalten zu können – auf Berechnung der Form und gegebenen Materialeigenschaften der Objekte. Somit kann je nach vorgeschalteter 3-D-Echtzeitschnittstelle wie Open GL oder DirectX die Qualität von Formen in einer sicheren Weise beurteilt werden, jedoch erlaubt die Echtzeitdarstellung in den Fenstern keine Aussage über Materialität, Licht sowie Schattenwirkung aller in der Szene beteiligten Objekte. Die Ursache hierfür liegt in der Summe aller Bildberechnungsoperationen; sie können in der festgelegten Komplexität mit den zum derzeitigen Zeitpunkt marktüblichen Grafikkarten nicht mehr in Echtzeit in den Ansichtsfenstern dargestellt werden, d.h. die Zeit für die Bildberechnung eines Standbilds mit den erwähnten Eigenschaften überschreitet die für Echtzeit im Vergleich mit interaktiven Computerspielen maßgebliche 15stel oder 20stel Sekunde. Aus diesem Grund werden rechenintensive Renderings zu einem separaten Vorgang ausgegliedert, was unter der Bezeichnung »Rendern« einen zentralen Platz in der Fachterminologie einnimmt (englisch: to render = übergeben). Als implementiertes Programm, das von der 3-D-Szene über eine bestimmte Position – meist von der installierten Kamera oder von einer vom 3-D-Artist ausgewählten Perspektivansicht – ein Farbbild bzw. eine Serie von Farbbildern berechnet und ausgibt, die zwar dann noch immer in digitaler Form gespeichert werden, jedoch unabhängig von der 3-D-Software rezipiert werden können und analogisierbar sind. »[The] goal is to create photo-realistic images, which means that they are indistinguishable from photographs taken in the real world. [...] The process of generating these images is called rendering« (Driemeyer 2001: 7).<sup>11</sup> Rendern heißt, vom Sichtstandpunkt der virtuellen Kamera aus zweidimensionale Abbilder der Szene mit sämtlichen Licht-, Schatten- und Materialeigenschaften zu berechnen und in ein digitales, intermedial einsetzbares Bildformat auszugeben. Die Darstellung der Objektoberflächen geschieht im Gegensatz zu den Ansichtsfenstern beim Rendern unter Berücksichtigung von Licht- und Schattenverhältnissen und den zugewiesenen Materialeigenschaften. Von den positionierten Lichtquellen wird eine Lichtverteilungsberechnung (Brugger 1993: 45) durchgeführt, die eine korrekte Licht- und Schattenwirkung simulieren. Der Renderer selbst ordnet zusätzlich dem Modellierungsstil des 3-D-Artists eine Oberflächenhaftigkeit der Szenenobjekte sowie individuelle Licht- und Schattenwirkung zu, was

---

11 Hervorhebung des Originals.

ihm den Stellenwert einer ästhetischen Interpretationsinstanz verleiht. Um besondere Lichtverhältnisse zu simulieren, wie sie in der Natur hervorgerufen werden durch glänzende Oberflächen, reflektierende Materialien wie Glas oder Metall, werden weitere Algorithmen aufgerufen, die im Renderer implementiert sind. Ein bekanntes Verfahren zur Berechnung von Lichtreflexionen und Refraktionen ist das raytracing-Verfahren, welches auf der Methode der Lichtverfolgung basiert.

Insgesamt besteht der Renderprozess aus einer großen Menge von ablaufenden Algorithmen, die in ihrer Fülle nicht rekapituliert werden können, zumal auf dem Softwaremarkt eine Auswahl verschiedener Renderer vorherrscht, die sich alle in qualitativen Auswirkungen auf das finale Bild unterscheiden. Innerhalb 3ds max 8 kann der Artist beispielsweise zwischen zwei implementierten Renderern wählen, die u.a. in Methodik der Lichtberechnungsalgorithmen differieren. Weitere Renderprogramme können als lizenzierte Plugins käuflich erworben werden.<sup>12</sup> Die Summe der Erfahrungswerte, die in den Rechenoperationen eines Renderers umgesetzt werden, darf nicht unterschätzt werden. Die Entwicklungslinie eines Renderers aus heutiger Sicht war einst von einer obsolet anmutenden Problemhaftigkeit gekennzeichnet. Ein Renderer der frühen Generation vor der Einführung der oben erwähnten Softwarepakete entzog sich beispielsweise noch der genuinen Selbstverständlichkeit, dass ein im Vordergrund liegendes Objekt eventuell dahinterliegende Objekte verdeckt. Upstill bezeichnet den Algorithmus als den Prozess der »hidden-surface elimination« (Upstill 1990: 6; vgl. auch Watt 1990: 104). In einem ersten Durchlauf bei der Bildberechnung wird der moderne Renderer entscheiden, welche Oberflächen vom Standpunkt der Betrachtung aus eliminiert werden müssen, weil sie durch andere, räumlich davor liegende Objekte verdeckt werden. Die 3-D-Anwenderprogramme bieten in der Regel für den 3-D-Artist zwar eine Auswahl von Parametern an, die meist auf die Deaktivierung einiger Algorithmen und der Einflussnahme der Licht- und Schattenqualität hinauslaufen, darüber hinaus aber keinen Zugriff auf die Vielzahl der fundamentalen Algorithmen bieten. Beispiele für deaktivierbare Algorithmen sind Schattenwurf, Reliefbildung, Kantenglättung, Reflexion und Refraktion von Licht bei lichtreflektierenden und lichtbrechenden Materialien, Schattierung aller in der Szene vorhandenen Objekte, die eine schnellere, aber qualitätsreduzierte Bildberechnung beispielsweise zu Testzwecken erlauben.

---

12 Die Wahl des Renderers kann im Realfilm vorsichtig mit der Wahl des richtigen Filmmaterials verglichen werden. Kameramänner und Fotografen wissen, dass ein und dasselbe Motiv auf verschiedenen Materialien wie Kodak-, Agfa- oder Fuji-Filmmaterial fotografiert jeweils verschiedene farbliche Bildnuancen entstehen lassen können.

Der Renderprozess läuft automatisiert an finaler Stelle der Produktionslinie ab und nimmt Zeit in Anspruch. Nach europäischer Norm muss für eine Sekunde Filmsequenz eine Serie von 25 Standbildern in vorher festgelegter Auflösung gerendert werden. Eine Filmsequenz wird daher bildweise nach und nach berechnet, als Resultat entsteht eine Serie von berechneten Abbildern der virtuellen Szene. Die Dauer des Renderprozesses nimmt je nach Komplexität der Szene, Anzahl der zu rendernden Filmbilder, Höhe der Auflösung zu und steht in Abhängigkeit von der verwendeten Hardwareleistung. Da eine Sekunde Film aus 24 Einzelbildern bzw. bei Video/Fernsehen aus 25 Einzelbildern besteht, kann bei einer entsprechend aufwändig gestalteten Szene die Zeit für die Bildberechnung für eine 20-Sekunden-Produktion schnell bei drei Tagen liegen, wenn die Renderdauer eines jeden Filmbildes durchschnittlich bei 10 Minuten liegt. In diesem Fall würde der Computer drei Tage lang Bild für Bild berechnen und abspeichern, bis alle 500 Einzelbilder gerendert wurden. »Vor allem bei der Berechnung von längeren Animationen muß der Computer unter Umständen einige Nachtschichten einlegen« (Brugger 1993: 101). Der Renderprozess kennzeichnet den computergenerierten Film, man darf daher auch anstelle eines CG-Films von einem gerenderten Film sprechen. In einer CGI-Produktionsfirma kommt für überdimensionierte Renderjobs eine sogenannte Renderfarm zum Einsatz, die eine Infrastruktur von Prozessoren und Servern zur Verfügung stellt, um die Rechenleistung vieler Rechner zu kumulieren. Bei der in Amerika ansässigen Blue Sky Production beispielsweise befinden sich gegenwärtig 750 Rechner, die zu einem Hochgeschwindigkeitsnetzwerk kumuliert wurden. Nachdem eine Serie von Einzelbildern digital gespeichert worden ist, wird sie dem Analogbereich zugänglich gemacht, indem sie Einzelbild für Einzelbild beispielsweise mit Hilfe eines Solitaire Cine Filmrecorders auf 35-mm-Film belichtet und ausentwickelt wird.

Der Renderer exkludiert ausdrücklich die farbliche Veränderungen einzelnen anzusteuender Pixel des Gesamtbildes. Die Retusche von in digitale Pixels aufgelösten Bildern bleibt der Filmnachbearbeitungsphase bzw. Postproduction vorbehalten, in der ebenfalls digitale Bildbearbeitungsprogramme bzw. Compositing-Programme zum Einsatz kommen mögen, ungeachtet der Tatsache, dass die Montage zumeist ebenfalls auf digital arbeitenden Schnittsystemen wie z.B. Avid stattfindet. Dieser Gegenstandsbereich stößt jedoch auf keine reine 3-D-relevante Basis, sondern findet intermediären Einsatz und wird daher in dieser Untersuchung nicht weiter verfolgt. Der Renderprozess steht abgesehen von den temporären Testrenderings an finaler Stelle der 3-D-Arbeit. Ihre Eingliederung in die zu vervollständigende Herstellungskette des 3-D-computergenerierten Spielfilms lässt in einem Vergleich mit dem Realfilm etwa die

Entwicklung des Filmmaterials nach Beendigung der Dreharbeiten als Pendant erkennen, was durch das Resultat der Einsichtnahme ausentwickelter 2-D-Bilder unterstrichen wird. Der Renderer ist neben der verwendeten Algorithmik und der Kunstfertigkeit des Designers eine finale interpretierende Instanz der 3-D-Bildgenerierung. Ein gerendertes Bild hat den komplexen Prozess der Bildberechnung durchlaufen, in welchem von der virtuellen Szene, illuminiert mit virtuellem Licht, aus dem Blickwinkel der Kamera ein zweidimensionales Abbild geschaffen wird, welches ausschließlich Eingang in die Rezeption findet. Der Renderprozess befähigt die Bilder zum Übergang aus der digitalen Welt zur Analogisierbarkeit. Der Renderer kann Effekte hinzufügen wie z.B. die Tiefenunschärfe oder Bewegungsunschärfe, auf die jedoch nicht weiter eingegangen werden soll. In der Hollywood-CG-Filmproduktion ist immer wieder vom Einsatz zwei einander konkurrierenden Renderern die Rede, mental ray der Berliner Firma mental images und die pixareigene Rendersoftware Renderman.

Für die Inszenierungsforschung des computergenerierten Films sollen die Ergebnisse der Analyse von Hopkins' Beispielsequenz zusammenfassend festgehalten werden: Die Arbeitsbereiche bei der computergenerierten Filminszenierung wurden grob skizziert; die Arbeit des am Computer herzustellenden Films manifestiert sich auf den Gebieten Figuration, Umgebung und Materialität, Kamera, Beleuchtung und Bewegung. Thalmann/Magnenat-Thalmann haben in ihren ehrgeizigen ten über die Darstellung von menschlichen Figuren in computergenerierten Kurzfilmen, die in Kapitel 2 schon angesprochen wurden, ebenfalls die genannten Bereiche als ihre Arbeitsfelder definiert: Actors, Decors, Motion, Camera, Light (Thalmann/Magnenat-Thalmann 1987: 1ff). Es sind die Arbeitsfelder der Filminszenierung, die für den Computer relevant sind. Diese Bereiche werden von einem linsenbasierten Aufnahmeinstrument verlegt in die durch die 3-D-Anwendersoftware zur Verfügung gestellte Virtualität, die den CG-Film definiert.

### 3.4 Exkurs: Die 3-D-Applikation 3ds max

Zum weiteren Verständnis der Gestaltungsmethoden im gerenderten Film mag die Untersuchung des verwendeten Werkzeugs hilfreich sein. Hierbei handelt es sich um das bereits erwähnte, auf einem IBM-kompatiblen PC installierbare und ausführbare Programm 3ds max der Firma Autodesk Media and Entertainment.<sup>13</sup> Das Programm nutzt die volle Rechner-

---

13 Bis 2005 hieß die Firma noch discreet.

leistung aus und ermöglicht das Erstellen dreidimensionaler Bilder oder Animationen. 3ds max ist eines von insgesamt drei Softwarepaketen, die in amerikanischen Filmstudios derzeit zur Inszenierung von *digital special effects* oder von vollständig computerbasierten Trickfilmen zum Einsatz kommen. Die beiden anderen marktführenden Applikationen heißen Softimage/XSI und Maya.<sup>14</sup> Die drei Hauptaufgaben einer solchen Anwendersoftware sind Objekt-Modellierung (modeling), Animation (animation) und Bildberechnung (rendering). Sie erstrecken sich auf das Erstellen und Bearbeiten von virtuellen Modellen in einer virtuellen Welt. Werden die Objekte auf Zeit verändert, wird eine Animation erstellt. Der finale Prozess des Renderns bedeutet, dass von der virtuellen Welt Abbilder berechnet werden, die in die Rezeptionskette gelangen. Weishar verweist darüber hinaus auf die hohen Anforderungen und avancierten Voraussetzungen einer 3-D-Computervisualisierung: »[M]odeling, animating, and rendering in 3D require highly sophisticated software, massively powerful computers, and – most of all – very skilled artists and technicians« (Weishar 2002: 9). Zum Aspekt der Modellierung ermöglicht das Programm, in sehr kurzer Zeit komplexe dreidimensionale Modelle zu erstellen. Durch die Auslassung von Programmiersprachen und durch das vorhandene Werkzeugkonzept steht beim Modellieren »eher der künstlerische Aspekt als die exakte technische Konstruktion im Vordergrund« (Brugger 1993: 25).

Die moderne 3-D-Anwendersoftware stellt einen dreidimensionalen Raum – auch virtuelles Studio bezeichnet (vgl. Kerlow 1996: 96) – mit theoretischer Unbegrenztheit<sup>15</sup> zur Verfügung.<sup>16</sup> Von diesem Raum wird vorrangig mittels der Ansichtsfenster (viewports) in Echtzeit ein Abbild dargestellt. Als Folge des Technologiefortschritts auf dem Gebiet der spezialisierten Grafikkbeschleuniger ist es möglich, errechnete Bilder einer 3-D-Szene innerhalb der Ansichtsfenster in Echtzeit darzustellen und somit die Szene schnell und interaktiv<sup>17</sup> zu bearbeiten. Der oft ver-

14 Ungeachtet der kommerziellen Programmpakete setzen Animationsstudios auch sehr oft hausintern entwickelte Software ein.

15 Die Unbegrenztheit wird in der Praxis durch Faktoren wie Größe des Arbeitsspeichers und Prozessorgeschwindigkeit eingeschränkt bzw. definiert.

16 Die Einschränkung des Raumes durch den Speicher verleitet Brody zu einer Variation einer These McLuhans: »The Medium Is The Memory« (Brody 1999: 134): »If a medium is a conveyor of memory rather than of messages, this offers us some insight into how to design for new media« (ebd.: 143).

17 »Interaktiv« soll definiert werden als ein »aufeinander bezogenes Handeln [...] zwischen einem Rechner und dem/den Anwendern. [...] eine Handlung löst eine andere Handlung aus, die beide aufeinander bezogen, also interaktiv sind. Solange ein Rechner-System nicht auf die Eingabe des Be-



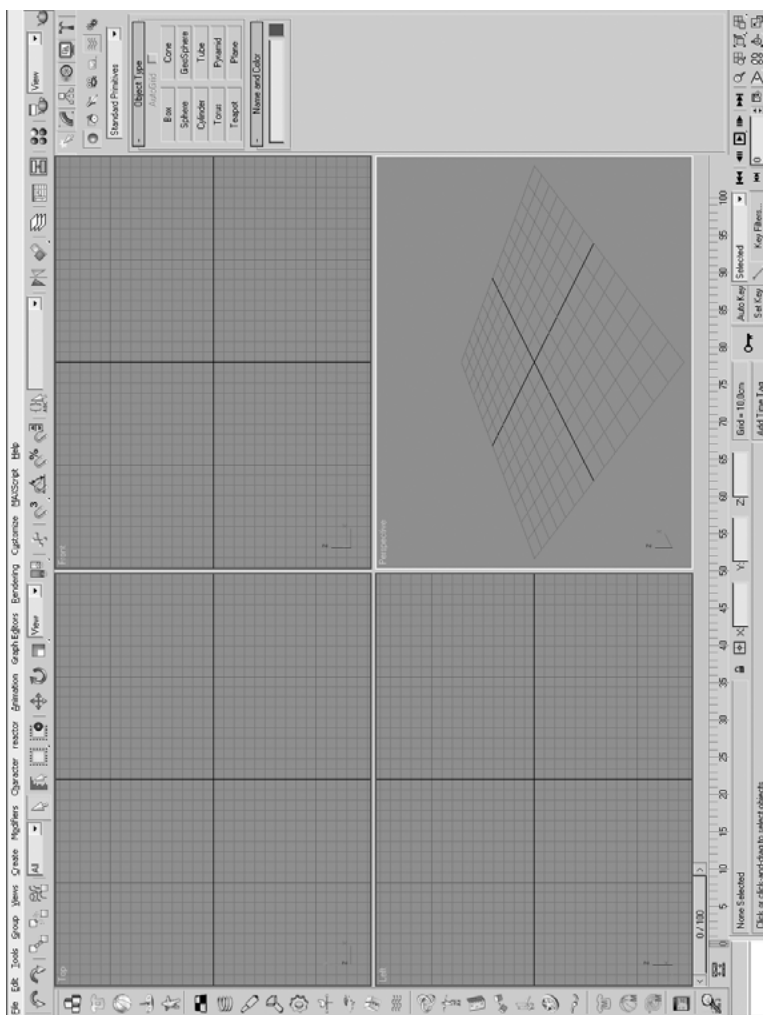


Abbildung 2: Die Benutzeroberfläche von 3ds max mit dem leeren Raum vor Beginn der Modellierung. Der Koordinatenursprung wird jeweils von einer Ansicht von oben, von vorn, von links und in der Perspektive gezeigt.

nutzers mit einer unmittelbar sichtbaren Rückantwort reagiert, kann er nicht als interaktiv bezeichnet werden« (Willim 1989: 41; vgl. auch dazu Krämer 2002: 55).

wendete Begriff Echtzeit bedeutet, dass die Übergabe der Bilder in der Geschwindigkeit absolviert wird, wie es die Ansichtsfenster verlangen.

In jedem der Ansichtsfenster markiert ein Koordinatensystem die drei vorhandenen Richtungen  $x$ ,  $y$  und  $z$  zur Orientierung und zur Darstellung der Längeneinheiten, die für den europäischen Raum in Zentimeter oder Meter eingestellt werden können. Wahlweise ist auch ein Gitternetz (grid) einschaltbar, welches dem 3-D-Konstrukteur u.a. den Ursprungspunkt ( $x=0$ ,  $y=0$  und  $z=0$ ) anzeigt. Das gesamte Arbeitsfeld wird Szene genannt. Eine Szene definiert einen virtuellen Raum, in dem sich Objekte befinden. Die Gesamtheit aller Objekte wird als Geometrie bezeichnet.

Das modeling ist die erste Stufe im Prozess der Inszenierung einer 3-D-Szene. Eine Szene besteht aus der Geometrie eines oder mehrerer Objekte inklusive deren Oberfläche und Volumeneigenschaften, aus Lichtquellen, einer oder mehrerer Kameras, und ihren räumlichen Anordnungen im dreidimensionalen Raum. Ein Modell ist jedes 3-D-Objekt, das im Film zu sehen sein wird. Einige Modelle, wie beispielsweise organische Figuren, sind aufgrund ihrer Funktion als Protagonist komplex angelegt. Andere Modelle, deren Rolle sich meist auf den Hintergrund mit Statistenfunktion beschränkt, werden weniger komplex ausmodelliert. Sie sind von simplerer Gestalt, meist zum Zwecke eines häufigeren Einsatzes. Alle Modelle müssen von Grund auf als 3-D-Objekte modelliert werden. Eine Alternative zur Ausmodellierung von Objekten bietet der Import von Netzobjekten, die als reale existierendes Tonmodell mit Hilfe eines 3-D-Scanners abgetastet und digitalisiert wurden. Sind die Objekte einmal in der 3-D-Szene vorhanden, können sie mit Hilfe der Ansichtsfenster der Software auf dem Computermonitor von allen Winkeln betrachtet werden, wenn auch nur in monochromatischer Erscheinung. Farben, Material und Texturen werden in einem der folgenden Prozesse zugewiesen. Form und Gestalt werden mit Hilfe von Werkzeugen (Modifikatoren) verändert.

Die verbreitetste Form zur Darstellung dreidimensionaler Geometrie ist die Verwendung von ebenen Flächen und Kanten (vgl. Fellner 1992: 205). Die Methode hat sich im Sprachgebrauch als »Polygonmodellierung« etabliert. Es ist die gebräuchlichste und leicht verständlichste Modellierungstechnik in der Computergrafik. Innerhalb der Polygonmodellierung stehen von der Software zur Verfügung gestellte Grundkörper, wie Quader, Kugel oder Zylinder. Eine Kugel besteht aus mehreren Polygonflächen. Je mehr Flächen in der Kugel enthalten sind, desto höher die Auflösung ihrer Oberfläche. Gleichzeitig erhöht sich der Speicherbedarf. Mit Hilfe dieser Grundobjekte kann der Modeller daraus mit Hilfe

von Modifikatoren geeignete Formen verändern, die seinen Vorstellungen entspricht.

[An] image of a cube requires a scene description consisting of the cube geometry, describing eight corner points and six faces, its surface material (plastic, metal, or fabric, texture, reflectivity, and so on), light sources that illuminate the cube, and a camera that looks at the cube from a certain position (Driemeyer 2001: 7).

Viele 3-D-Modelle können modelliert werden aufgrund einer Zeichnung oder eines Foto als Referenz. Schwieriger wird es bei der Erstellung von komplexen organischen Modellen. Für einige Filmprojekte wurden ersatzweise Skulpturen vormodelliert, die mit Hilfe eines 3-D-Scanners digitalisiert wurden, wie es bei *Toy Story* und *Ice Age* (USA 2002, Regie: Carlos Saldanha, Chris Wedge) der Fall war.

If it were only that easy. In practice, digitizing is just a jumping off point for many weeks of work. The original maquette usually takes about three weeks to complete. [...] After digitizing the maquette, the artist can expect to work for about two and a half months to complete the character (Weishar 2002: 18f).

Polygontechnik ist nicht für jede Form geeignet. Eine weitere Modellierungstechnik ist die Splinemodellierung. Hier werden Objekte nicht als Polygone, sondern erst als Drahtgittermodell erstellt. Hier werden im x-, y- und z-Koordinatenraum Punkte positioniert, die die Eckpunkte der Form des Modells im virtuellen Raum beschreiben. Die Software überzieht alle Punkte mit einer Oberfläche (surface).

Im nächsten Schritt werden dann die Oberflächeneigenschaften der Objekte definiert. Darunter fallen Materialität, ggf. Lichtdurchlässigkeit, Reflexionsverhalten, Farbe und Porosität der Texturierungen. Die Szenenausleuchtung wird durch Einbringen von Lichtquellen vorgenommen.

Der vollständig computeranimierte Spielfilm bei Pixar wird in der Regel nicht mit nur einer einzigen Software allein hergestellt. Für *The Incredibles* (USA 2004, Regie: Brad Bird) wurden die Figuren Helen und Edna beispielsweise in Maya modelliert, für das Rigging<sup>18</sup> und die Animation kam Pixars hausinterne Software zum Einsatz, und für das Rendern wurde Renderman (vgl. Upstill 1990) eingesetzt. Bildhintergründe

---

18 Rigging bedeutet die Ausstattung einer Figur mit Hilfsobjekten, die der komfortableren Animation dienen. Der Begriff wird in Kapitel 4.7 näher erläutert.

wurden in 3ds max modelliert und mit Brazil gerendert (Robertson 2004b: 29).

### *Modeling einer Vase*

Im Rahmen dieses Exkurses soll der Erstellungs- bzw. der Modellierungsprozess mit der Software 3ds max 8 betrachtet werden. Dieser Exkurs vermittelt Kenntnisse über die Charakteristik des dreidimensionalen Modellierens auf dem Computer. Die Kenntnisse der Gestaltungstechniken sowie die damit verbundenen Begriffe sind für das Verständnis des Untersuchungsgebietes hilfreich.

Mit Hilfe der Entwicklungsumgebung 3ds max wird im Folgenden ein Objekt des Alltags modelliert, eine Vase, unter Skizzierung der damit verbundenen Arbeitsprozeduren. Der vorgegebene Rahmen beschränkt die Modellierung auf die Simplizität des gewählten Objekts. Die Benutzeroberfläche von 3ds max wird im Wesentlichen dominiert von den vier Ansichtsfenstern (viewports), die den Modellierungsprozess im Koordinatensprung des virtuellen Raums von insgesamt vier Ansichten zeigen, von der orthographischen Ansicht von oben, von vorne, von links und von einer perspektivischen Ansicht.

Die Größe, Blickrichtung und Position der Ansichtsfenster sind variabel. Verschiedene, marginal positionierte Symbole liefern per Mausklick Schnellzugriffe auf Werkzeugpaletten. Das Programm besitzt keine integrierte Bibliothek von Objekten, lediglich Grundkörper (primitives) wie Quader, Kugel, Zylinder, Pyramide und einige mehr, die zur Weiterverarbeitung auf polygonaler Ebene bestimmt sind. In der Regel wird aus solchen Grundkörpern jedes gewünschte Objekt mithilfe von Modifikatoren bis zu seiner endgültigen Form modelliert. Diese Methode des Modellierens aus Grundkörpern wird mesh-basiertes bzw. polygon-basiertes Modellieren bezeichnet. Neben den dreidimensionalen Objekten stehen auch zweidimensionale Objekte zur Verfügung, bestehend aus Linien: Einfache Linie, Rechteck, Kreis, Ellipse sowie weitere Formen. Für die Vase wird eine Modellierungsmethode gewählt, die nachträgliche Änderungsmaßnahmen der Form, d.h. nach vorläufiger Beendigung des Modellierungsprozesses, komfortabel vorzunehmen erlaubt. Die Methode beginnt mit einem halbierten Querschnitt der Vase, den es mit einer Linie zu zeichnen gilt. In der Erstellungspalette wird per Mausklick das Symbol für die Erstellung einer Linie angeklickt. Da die Vase im Finalzustand aufrecht auf einer Ebene stehen soll, bietet sich die Wahl des Ansichtsfensters *front* an. Am Boden beginnend, wird mit einigen wenigen Mausklicks eine geschwungene Linie gezeichnet, die dem halben Querschnitt der Vase entspricht. Anschließend werden weitere Modifi-

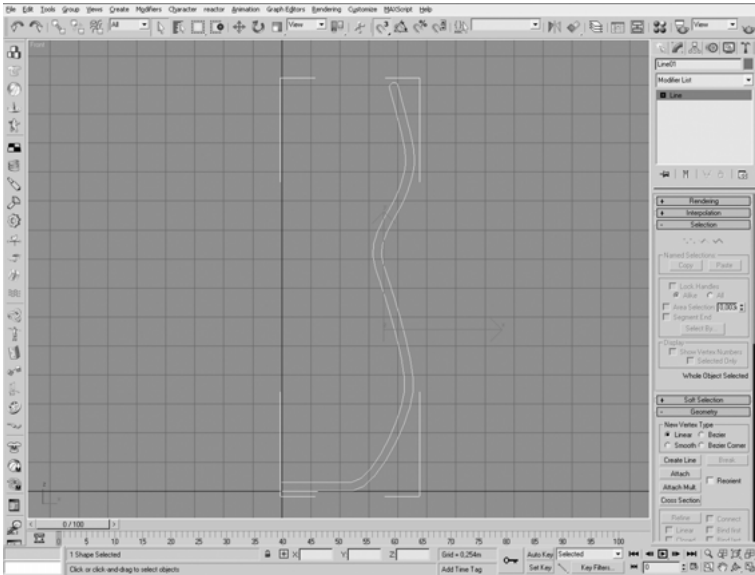


Abbildung 3: Die Benutzeroberfläche von 3ds max mit dem gezogenen Querschnitt einer Vase in der front-Ansicht.

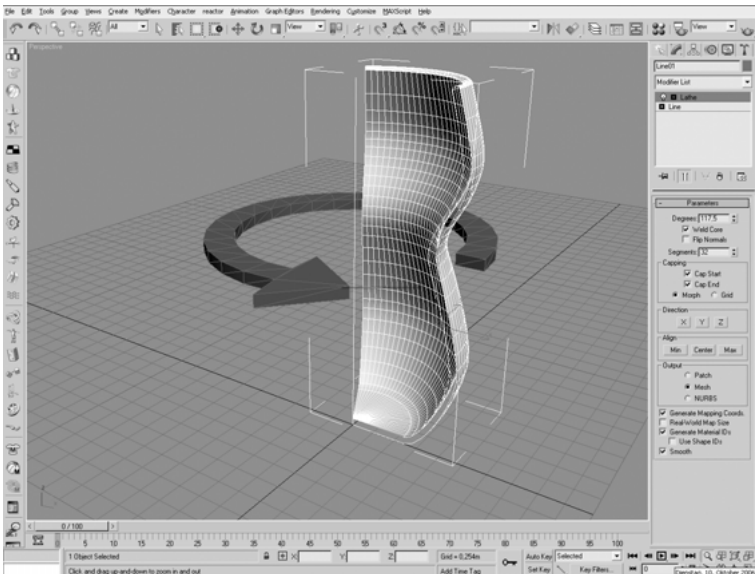


Abbildung 4: Das ange deuteten Drehverfahren für die Vase in der Perspektivansicht

zierungen vorgenommen. Für Modifizierungsprozesse stehen eine Vielzahl von Werkzeugen zur Verfügung, genannt Modifikatoren. Um aus der bestehenden Linie das Vasenobjekt zu erhalten, wird der Modifikator »Drehverfahren« angewandt. Als Drehwerkzeug kann es jedes Objekt um eine wählbare Achse über eine einstellbare Gradzahl drehen unter Generierung neuer Objektflächen entlang des Drehweges. In diesem Fall soll das Linienobjekt um  $360^\circ$  an dessen linke Achse gedreht werden, um so ein Volumen zu erhalten, das der fertigen Vasenform entspricht.

Der Pfeil im Ansichtsfenster der Abbildung 4 zeigt die Drehrichtung an sowie die Linie als Drehachse. Um diese Achse wird das Querschnittlinienobjekt um  $360^\circ$  gedreht, es entsteht ein dreidimensionales Objekt. Ist die Drehung um  $360^\circ$  vollzogen, ist das Objekt in seiner Form fertig. Die Querschnittlinie ist noch latent vorhanden und steht für nachträgliche Änderungen der Form zur Verfügung. Dieses mesh-Objekt besteht aus vielen kleinen Einzelflächen, genannt Polygone, die in ihrer Gesamtheit die Form des oben abgebildeten Objekts ergeben. Diese Vase besteht aus 7336 Polygonen. Die hohe Objektauflösung von 7336 Polygonen verleiht der Vase eine rundere, weichere Form, verbraucht aber im Gegenzug mehr Arbeitsspeicherressourcen des Computers und bean-

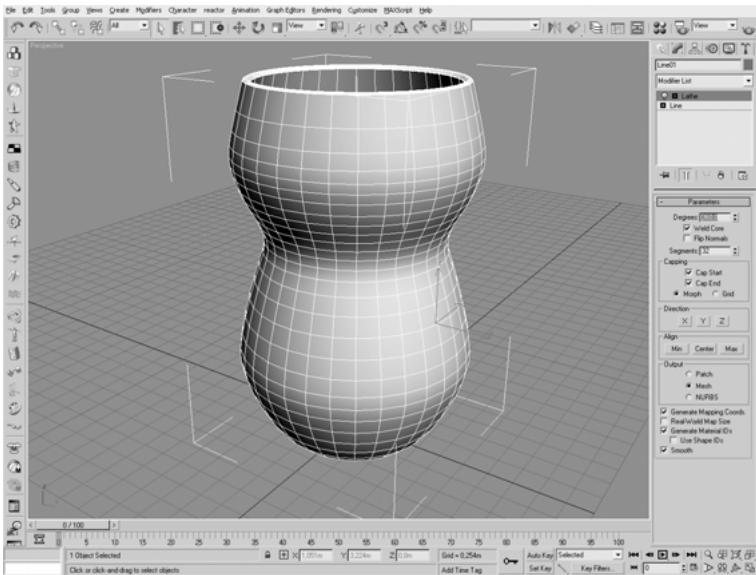
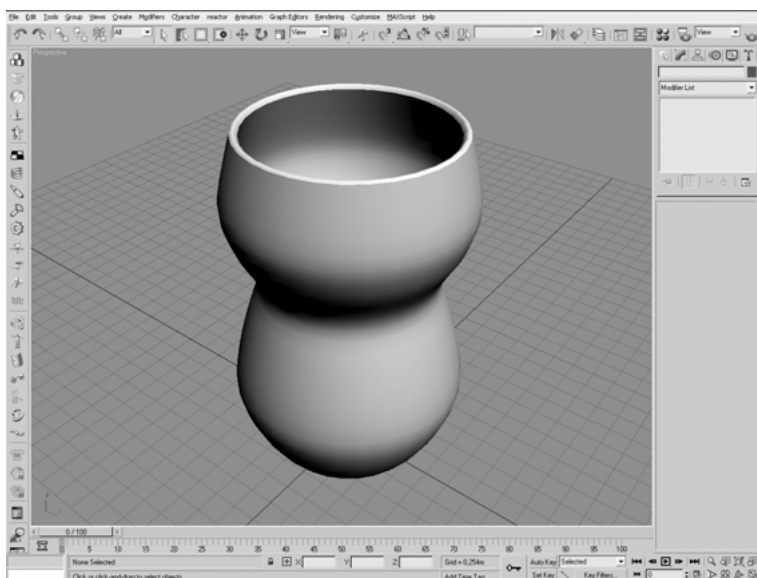


Abbildung 5: Die ausmodellerte Vase

spricht mehr Zeit in der Bildberechnung. Die Auflösung des Objektes ist in der Regel veränderbar, d.h. sie kann der Ausstattung des Rechners angepasst werden.

Der 3-D-Artist muss sich für eine bestimmte polygonale Auflösung des Objekts entscheiden, die in der Regel von Erfordernissen der intendierten Bildaussage geprägt werden. Meist verfährt der 3-D-Artist so, dass Objekte im nahen Vordergrundbereich mit einer höheren Auflösung – in diesem Beispiel die Vase mit 7336 Polygonen – modelliert werden, während Objekte im entfernten Hintergrund mit Statistencharakter im Zuge der Speicherplatzersparnis mit einer tendenziell niedrigeren Auflösung erstellt werden.

Nach der Modellierung, die sich auf die Gestaltung der Form beschränkt, kommt die Ausarbeitungsphase der Oberfläche und die Materialvergabe, auf die in einem späteren Kapitel eingegangen werden wird.



*Abbildung 6: Die ausmodellerte Vase in der schattierten Ansicht.*

