

**Einsatz von Basisanimationen
zur Unterstützung
von Lehr-/Lernprozessen
mit dem Hypermediawerkzeug HM-Card**

SCHRIFTLICHE HAUSARBEIT

vorgelegt im Rahmen der
Ersten Staatsprüfung für das Lehramt
für die Sekundarstufe I/II in Informatik
von Thorsten Krebs

Gutachter: Prof. Dr. Reinhard Keil-Slawik

Paderborn, im November 1997

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Lehr-/Lernsituation in der universitären Lehre	3
2.1	Defizite traditionellen Medieneinsatzes in der Hochschule.....	5
2.2	Multimedia-Anwendungen und Multimediawerkzeuge	7
2.2.1	Multimedia-Anwendungen.....	7
2.2.2	Multimediawerkzeuge	10
3	Simulation und (Computer)animation	13
3.1	Simulation	13
3.2	Animation und Computeranimation.....	14
4	Animationen zur Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen	17
4.1	Folienpräsentation zum Thema „Gestaltpsychologie“	18
4.2	Folienpräsentation zum Thema „Optische Täuschungen“	22
4.3	Folienpräsentation zum Thema „Sequentialität vs. Gestalt“	25
4.4	Folienpräsentation zum Thema „Gestaltgesetze“	28
4.5	Folienpräsentation zum Thema „Bildschirm-Layout“	33
4.6	Folienpräsentation zum Thema „Konsistenz“	36
5	Identifizierung von Basisanimationen	38
5.1	Objektveränderungen	42
5.1.1	Positionsveränderung	43
5.1.2	Rotation	43
5.1.3	Spiegelung.....	44
5.1.4	Skalierung.....	44
5.1.5	Deformation.....	45
5.1.6	Farbveränderung.....	45
5.1.7	Texturveränderung	45
5.1.8	Überlagerung	46
5.2	Verknüpfung von Basisanimationen	48
5.2.1	Gruppierung.....	48
5.2.2	Kopplung	49
5.2.3	Synchronisierung.....	49
5.2.4	Nebenläufigkeit	50
5.2.5	Überlagerung.....	50
5.3	Steuerung von Animationen.....	52
5.3.1	Navigationssteuerung	53
5.3.2	Parametersteuerung	53

6	Einsatz von Basisanimationen mit dem Hypermediawerkzeug HM-Card ...	54
6.1	Vorstellung des Hypermediawerkzeuges HM-Card	55
6.2	Realisierung von Objektveränderungen	57
6.2.1	Positionsveränderung	61
6.2.2	Rotation	63
6.2.3	Spiegelung	64
6.2.4	Skalierung und Deformation	64
6.2.5	Farbveränderung.....	65
6.2.6	Texturveränderung und Überlagerung	65
7	Zusammenfassung	71
8	Literaturangaben	74

1 Einleitung

Animationen werden zunehmend in den verschiedensten Anwendungsgebieten eingesetzt. Sie reichen von der Unterhaltungsindustrie und Werbung über die Wissenschaft bis hin zur Ausbildung. In der Werbung und Unterhaltungsindustrie finden Animationen Verwendung für die Darstellung von Titeln, Logos, Spezialeffekten etc.. In der Wissenschaft dienen sie der Visualisierung beispielsweise von Simulationsergebnissen, während sie in der Ausbildung zur Veranschaulichung von abstrakten Inhalten verwandt werden.

In Lehrveranstaltungen lassen sich Animationen insbesondere dann einsetzen, wenn es um die Veranschaulichung von Sachverhalten geht, die entweder mit traditionellen Medien (etwa die Tafel-, Dia- oder Folienpräsentation) nur schlecht oder überhaupt nicht dargestellt werden können. Dies sind vorwiegend Sachverhalte, die dynamische Abläufe beschreiben bzw. aufgrund ihrer Komplexität schwer zu präsentieren sind. Der konkrete Einsatz von Animationen in einer Lehrveranstaltung erfordert neben einer technischen Infrastruktur, die es ermöglicht, Animationen den Lernenden mit dem Computer zu präsentieren,¹ zusätzlichen Arbeitsaufwand von Seiten des Lehrenden. Die Verwendung bereits vorproduzierter Animationssequenzen, wie sie etwa in multimedialen Nachschlagewerken auf CD-ROM zu den verschiedensten Themenbereichen zu finden sind oder aber bereits für verschiedene Lehrveranstaltungen entwickelt wurden, ist häufig nicht möglich. Das liegt daran, daß sie sehr spezielle Sachverhalte behandeln und nicht für eigene Präsentationen beliebig zusammengestellt werden können, da es noch keine Standards für den Datenaustausch und die Verknüpfung bei Multimedia-Anwendungen gibt. Somit ist es oft notwendig, daß der Lehrende die benötigten Animationen selbständig erstellt.

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, inwieweit und mit welchem Aufwand so etwas möglich ist. Dabei geht es nicht um aufwendig gestaltete Animationen, wie sie zum Beispiel in Multimedia-Anwendungen zu finden sind, die von professionellen Entwicklerteams erstellt werden, sondern um die Vermittlung von dynamischen Sachverhalten mit einfachen Animationsmitteln. Hierfür wurde in der Arbeit das Konzept der Basisanimationen entwickelt, mit dem der Lehrende, unter Verwendung eines Autorensystems,² Animationssequenzen erstellen kann.

In einem ersten Schritt werde ich zunächst die Lehr-/Lernsituation in der universitären Lehre beleuchten, die mit Defiziten bei der Präsentation von Lehrstoffinhalten mit traditionellen Medien behaftet ist, wobei selbst multimediale Präsentationsformen in Verbindung mit einem Computereinsatz häufig noch Beschränkungen aufweisen, um die Notwendigkeit eines Einsatzes von Animationen zu rechtfertigen.

¹ Gemeint sind hierbei beispielsweise Projektionsgeräte, mit denen der Computerbildschirm für alle Lernenden sichtbar gemacht werden kann.

² Dies sind Multimedia- und Hypermediawerkzeuge, wie sie beispielsweise zur Erstellung von Multimedia-Anwendungen auf CD-ROM und Angeboten im World Wide Web, die sich aus Text, Sound, Graphik, Video, Animation und Interaktion zusammensetzen, eingesetzt werden.

Darauf folgt eine kurze Beschreibung der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Animationen, die zeigt, daß der Einsatz in Lehrveranstaltungen einen Mehraufwand für den Lehrenden bedeutet, der sich aufgrund der spezifischen Lehrstoffinhalte einstellt. Wie bereits angedeutet, erhöht sich dieser Mehraufwand bei der eigenen Erstellung von Animationen, der jedoch durch die Bereitstellung einfacher Operationen gering gehalten werden soll. Dabei wird das Ziel verfolgt, dem Lehrenden eine Reihe von einfachen Animationen zur Verfügung zu stellen, aus denen er systematisch auswählen kann, um so eine Umsetzung von dynamischen Sachverhalten erreichen zu können.

Zu diesem Zweck wird in Kapitel 4 an sechs ausgewählten Lehrstoffinhalten untersucht, welche einfachen Operationen hierfür notwendig sind. Gleichzeitig werden zusätzliche Vereinfachungen und neue Möglichkeiten aufgezeigt, die durch den Einsatz des Computers realisiert werden können.

Die bis dahin angestellten Betrachtungen spiegeln sich im darauffolgenden Kapitel wider. Es werden einige Basisanimationen identifiziert, die verschiedene dynamische Veränderungen an graphischen Objekten ermöglichen. Mit diesen Basisanimationen und zusätzlichen Verknüpfungsstrukturen lassen sich modellhaft einfache Animationssequenzen verwirklichen.

Im Anschluß daran wird untersucht, inwieweit das Konzept der Basisanimationen mit einem Autorenwerkzeug für den Lehrenden praktisch umsetzbar ist. Hierzu wird das Hypermediawerkzeug HM-Card herangezogen und hinsichtlich seiner technischen Möglichkeiten zur Erstellung von Animationen eingehend beleuchtet. Die daraus gewonnenen Ergebnisse werden abschließend für eine Bewertung dieses Konzeptes, im Hinblick auf einen Einsatz zur Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen und für weitere technische Entwicklungen im Bereich der Animation, benutzt.

2 Lehr-/Lernsituation in der universitären Lehre

Die universitäre Lehre wird im wesentlichen durch die drei verschiedenen Lernprozesse Vortrag, Gruppenarbeit und Einzelarbeit charakterisiert. Dabei bildet der Vortrag in Form von Vorlesungen, Seminaren und Übungen als Wissensvermittlung bzw. Wissensvertiefung im Idealfall die Basis für die beiden anderen Lernprozesse. Die Art und Weise, wie Information weitergegeben und somit Wissen vermittelt wird, hängt hauptsächlich von den Sachverhalten, von der Intention des Vortragenden und von den technischen Gegebenheiten ab.

Neben der gesprochenen Sprache stellt auch heute noch die Tafel das Hauptmedium zur Informationsweitergabe dar. Sei es nun in Vorlesungen, Seminaren oder Übungen, die Tafel dient als non-verbale Kommunikationsform und gibt dem Vortragenden die Möglichkeit, auch verbal schwierig auszudrückende Sachverhalte durch eine geeignete Präsentation schnell und einfach darzustellen.

Der Einsatz von technischen Systemen, wie etwa die Dia- und Folienpräsentation, der sich heute zum Teil durch Computerunterstützung vollzieht, stellt eine neue Form der Informationsweitergabe in der Hochschule dar.

Alle diese Medien haben einen gemeinsamen Nachteil. Sobald dynamische Prozesse beschrieben werden sollen, ist es die Aufgabe des Vortragenden, diese geeignet umzusetzen, was mit den eben genannten Medien nur schwer oder überhaupt nicht zu realisieren ist. Die Beschreibung von dynamischen Abläufen wird zumeist durch verbale und non-verbale Ausdrucksformen (Illustrationen, Zeichnungen, Statistiken etc.) vollzogen und reicht in vielen Fällen zum Verständnis nicht aus. Es stellt sich daher die Frage, welche neuen Medien diese Probleme ggf. beheben können und inwieweit sie einen Mehraufwand an Vorbereitung für den Vortragenden erfordern. In Abschnitt 2.1 sollen einige Defizite, wie sie in den oben beschriebenen Lernprozessen durch den Einsatz herkömmlicher Medien auftreten können, aufgezeigt werden.

Nicht nur die Präsentation von dynamischen Veränderungen stellt gewisse Anforderungen an den Vortragenden, sondern auch die Art und Weise, wie die zu vermittelnden Sachverhalte dem Lernenden zur Verfügung gestellt werden. Zumeist werden die Inhalte einer Vorlesung handschriftlich von den Studierenden festgehalten, oder es existiert ein Skriptum, welches dann kopiert oder als Dokument auf einem Server abgerufen werden kann. Auf dieser Grundlage stellen sich dann die Lernformen Gruppenarbeit und Einzelarbeit ein. Bei dieser herkömmlichen Form der Wissenspräsentation tritt aber wiederum das Problem auf, wie dynamische Abläufe in den Unterlagen aufgezeigt werden können. Wünschenswert wäre eine einfache Integration der in der Vorlesung eingesetzten Medien in die vorhandenen Vorlesungsunterlagen, so daß der Lernende jederzeit darauf zugreifen kann.

Fakt ist, daß bereits an vielen Hochschulen Folien und Bilder zu den verschiedensten Vorlesungen den Studierenden bereitgestellt werden, wie etwa beim in Paderborn eingesetzten Hyperwave-System.³ Die Benutzer solcher Systeme sind dann in der Lage, nach bestimmten Themen aus der Vorlesung zu suchen bzw. durch fest vordefinierte Verweise sich zusammengehörige Inhalte zu vergegenwärtigen. Es fehlt aber weiterhin die Möglichkeit, die in der Vorlesung vorhandenen Prozesse nachzuvollziehen. Man könnte sich zwar vorstellen, eine Vorlesung per Video aufzuzeichnen und sie dann wie oben beschrieben elektronisch zur Verfügung zu stellen. Aber wer möchte sich schon einen 90 min. Film anschauen, in dem man nach den inhaltlich interessanten Passagen suchen muß, einmal ganz davon abgesehen, welchen enormen Verwaltungs- und Speicheraufwand dies bedeuten würde. Es gibt jedoch Ansätze in diese Richtung, wie beispielsweise „Authoring on the Fly“, die aber noch keine Verbreitung gefunden haben.⁴

Wie bereits angedeutet, werden im nächsten Abschnitt die Defizite der derzeit im Einsatz befindlichen Medien in der universitären Lehre beschrieben. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß der Einsatz dieser Medien stark vom jeweiligen Fachgebiet abhängt. Es macht nämlich zum Beispiel einen erheblichen Unterschied aus, ob dynamische Prozesse in der Physik verdeutlicht werden sollen oder aber Prozesse, die in einer Vorlesung zum Fachgebiet Germanistik auftreten. Im letzteren Fall hat man es zumeist mit Text- und Bildmaterial zu tun, was bereits heute durch den Einsatz von Hypertext- und Hypermediasystemen dem Benutzer in einer bestimmten, für ihn nutzbaren Struktur vorliegt.⁵ Deshalb werden nachfolgend nur solche Defizite bei der Präsentation mit traditionellen Medien in der universitären Lehre aufgezeigt, die aufgrund einer bestimmten Dynamik und Komplexität der zu vermittelnden Sachverhalte auftreten.

Es sei hier noch kurz angemerkt, daß bei der Betrachtung der vorliegenden Lehr-/Lernsituation in der universitären Lehre die Verbesserung der Wissenspräsentation und deren Verarbeitung im Vordergrund steht. Ziel ist es nicht, den Nutzen und die Auswirkungen dieser Verbesserungen, sondern vielmehr technische Möglichkeiten aufzuzeigen, die die Defizite im Gebrauch traditioneller Medien sowie technische Einschränkungen neuerer Medien beheben können.

³ Siehe Keil-Slawik (1997). Früher Hyper-G-System, jetzt Hyperwave-System. Näheres bei Maurer (1996).

⁴ Für weitere Erläuterungen siehe Bacher, Ottmann (1996).

⁵ Vgl. Keil-Slawik (1997).

2.1 Defizite traditionellen Medieneinsatzes in der Hochschule

Das Tafelbild ist bei Vorträgen ein geeignetes Medium zur Darstellung von Sachverhalten und ermöglicht eine schnelle und einfache non-verbale Kommunikation zwischen dem Vortragenden und den Zuhörern. Dabei liegt die Schwierigkeit beim Lehrenden, die von ihm zu vermittelnden Inhalte in einer angemessenen Form zu präsentieren, damit sie von den Lernenden nachvollzogen werden können. Die geeignete Präsentation des Lehrstoffs ist zum größten Teil von der Struktur der zu vermittelnden Inhalte abhängig, aber auch von den Absichten, die der Vortragende verfolgt. Bestimmte Interaktionsformen, die in einer Lehrveranstaltung auftreten können, beeinflussen zusätzlich die Darstellung des Lehrstoffs.

Die Präsentation von abstraktem Wissen auf der einen Seite und die von beobachtbarem auf der anderen, gestaltet sich beim Einsatz traditioneller Medien als äußerst schwierig. Gerade in Vorträgen, die sich mit sehr theoretischen und komplexen Sachverhalten beschäftigen,⁶ ist es häufig schwierig, Sinnzusammenhänge zu verdeutlichen und bestimmte dargestellte Informationen zu verifizieren bzw. sie nachzuvollziehen. Als Beispiel sei aus der theoretischen Informatik die Turingmaschine erwähnt, die aufgrund ihrer Merkmale eine Verifikation und ein Nachvollziehen der Arbeitsweise nur schwer zulässt. Die dynamischen Veränderungen lassen sich in Form eines Tafelbildes hier nur schlecht veranschaulichen (beispielsweise Programmzustandswechsel oder Bewegung des Schreib-/Lesekopfes).⁷ Ein noch größeres Problem für den Lehrenden stellt die Präsentation von inhaltlich zusammengehörigen Lehrstoffinformationen dar. Zumeist werden Zusammenhänge nur verbal wiedergegeben oder durch Bildinformationen unterlegt. Die einzelnen Schritte, die zu einem bestimmten Sachverhalt oder einem Ergebnis geführt haben, sind dann zu einem späteren Zeitpunkt kaum noch nachvollziehbar.

Sollen Sachverhalte beschrieben werden, die durch dynamische Abläufe charakterisiert sind, so bleibt dem Lehrenden nur die Möglichkeit, diese Veränderungen in Form von Text, Bild oder Film zu verdeutlichen. Dabei tritt bei der Text- und Bildbeschreibung das Problem auf, daß komplexe Veränderungen, die gleichzeitig oder fortlaufend stattfinden,⁸ für den Betrachter nur schwer oder überhaupt nicht einzusehen sind. Die Präsentation solcher Sachverhalte mittels einer Sequenz von Einzelbildern⁹ bzw. eines kleinen Films können ein geeignetes Mittel darstellen, sind aber zumeist nicht auf den Verlauf einer Vorlesung abgestimmt und stehen, wenn überhaupt, auch nur zu diesem einen Zeitpunkt zur Verfügung.

⁶ Man denke beispielsweise an Vorlesungen aus der theoretischen Informatik, Mathematik oder Physik.

⁷ Eine Beschreibung der wesentlichen Merkmale einer Turingmaschine sowie eine technische Umsetzung mittels Computereinsatzes hinsichtlich einer Lösung dieser Problematik findet man bei Garman (1997), S. 39ff.

⁸ Man stelle sich den Bewegungsablauf der Rollen eines Flaschenzuges vor. Vgl. hierzu Hasebrook (1995), S. 136f.

⁹ Zum Beispiel durch eine Dia- und Folienprojektion.

Häufig sind diese Bildsequenzen nur ein Mittel zur Wiederholung der verbalen Informationspräsentation. Eine wünschenswerte Verdeutlichung und Vereinfachung des Lehrstoffs sind daher meist nicht gegeben. Bei dynamischen Veränderungen, die sich auf der Grundlage von bestimmtem Datenmaterial vollziehen, läßt sich diese Art der Präsentation in der universitären Lehre gleichermaßen feststellen und führt ebenfalls zu den oben beschriebenen Defiziten.

Es ist festzuhalten, daß die in der universitären Lehre eingesetzten traditionellen Medien mit ihren eben beschriebenen Defiziten den Lehrenden nur unzureichend während der Wissensvermittlung unterstützen und die Lernenden vor viele Probleme hinsichtlich der Wissensaufnahme und deren Weiterverarbeitung stellen.

Aufgrund dessen stellt sich nun die Frage, wie man diesen Defiziten mit multimedialen Maßnahmen und einem damit verbundenen Computereinsatz begegnen kann. Dazu werden im Anschluß die bereits zum Einsatz kommenden Multimedia-Anwendungen und Werkzeuge, ihr Einsatzumfeld sowie der damit verbundene Mehraufwand für den Lehrenden beschrieben. Weiterhin können auch hier Defizite festgestellt werden, welche den weiter oben genannten ähnlich, aber auch mit den Eigenheiten dieser Werkzeuge verbunden sind. Dies führt dann zu einem ganz neuen Ansatz, der den Kernpunkt dieser Arbeit ausmacht.

2.2 Multimedia-Anwendungen und Multimediawerkzeuge

Der Einsatz des Computers als unterstützendes Instrument zur Informationspräsentation für den Lehrenden und gleichsam als Informationsquelle für den Lernenden wird von vielen Faktoren bestimmt. Zunächst steht die Frage im Vordergrund, welche Sachverhalte in einer Lehrveranstaltung mit Hilfe des Computereinsatzes präsentiert und wie diese für die Lernenden zur Verfügung gestellt werden sollen. Desweiteren ist zu berücksichtigen, wie sich die multimediale Informationsweitergabe hinsichtlich möglicher Veränderungen und Aufwand integrieren läßt. Zu guter Letzt spielen auch die Kosten für die Anschaffung eines Multimediaproduktes eine gewisse Rolle. Darauf aufbauend liegt es am Lehrenden, eine geeignete multimediale Anwendung bzw. multimediale Werkzeuge für sein Einsatzgebiet zu finden. Die Suche nach dem passenden Präsentationsmittel scheint mitunter aussichtslos. Das Angebot an multimedialer Software zu den verschiedensten Themengebieten und eine Vielzahl an Auto-orenwerkzeugen zur Erstellung eigener multimedialer Präsentationen ist enorm.

In der heutigen universitären Lehre kommen bereits einige multimediale Präsentationsformen zum Einsatz, die nachfolgend beschrieben werden. Dabei wird zwischen Programmen, die bestimmte Themengebiete multimedial veranschaulichen, und solchen, die zur Erstellung eigener Anwendungen und Präsentationen dienen, unterschieden. Erstere werden in drei verschiedene Typen unterteilt, die sich an eine Kategorisierung von Multimedia-Anwendungen anlehnen, wie sie bei Riehm und Winger (1995) zu finden ist.

2.2.1 Multimedia-Anwendungen

Multimedia-Anwendungen, die als ein Medium zur reinen Informationspräsentation und als Informationsquelle dienen, bilden die erste Gruppe für einen Einsatz in der universitären Lehre. Diese Anwendungen sind auf ein bestimmtes Themengebiet zugeschnitten und erlauben in den meisten Fällen eine Navigation des Benutzers durch die Datenbestände. Es werden Text-, Bild-, Ton-, Animations- und Videosequenzen zur Verfügung gestellt, die jedoch fest vorgegeben sind. Der Benutzer ist jedoch nicht in der Lage, bestimmte Eingaben zu tätigen, die sich auf dynamische Veränderungen beziehen. Unter diese Programme fallen auch Datenbanken, die als reine Informationsquelle fungieren. Der direkte Einsatz in einer Lehrveranstaltung ist für den Lehrenden fast unmöglich, da relevante Sachverhalte, wenn man sie denn einmal gefunden hat, zumeist in einem bestimmten Kontext stehen und viel mehr Information beinhalten als überhaupt notwendig. Solche Anwendungen dienen dann zumeist als ein Mittel zur Informationsbeschaffung für den Lehrenden sowie für den Lernenden und nicht so sehr zur Informationspräsentation. Dabei treten dann aber wieder Probleme auf, die mit der Wiederverwendbarkeit einhergehen. Mitunter ist man nämlich nicht so ohne weiteres in der Lage, bestimmte Teile aus den jeweiligen Programmen zu extrahieren. Text- und Bildsequenzen lassen sich zwar zumeist ausdrucken, kopieren oder mit einem Screen Shot extrahieren, bei Ton-, Video-, und Animationssequenzen wird dies schon schwieriger.

Man sieht hier bereits, daß solche Multimedia-Anwendungen in der Lehre zum Scheitern verurteilt und auch als Zusatz zu bestehendem Lehrstoffmaterial fraglich sind. Sie werden deshalb überwiegend dort eingesetzt, wo es weniger bei der Präsentation um die Verdeutlichung und Vereinfachung bestimmter Sachverhalte geht als vielmehr um eine Informationssammlung.

Anwendungen, die es dem Benutzer erlauben, durch die Eingabe fest vordefinierter Größen, Datenveränderungen und zugehörige Abhängigkeiten zu visualisieren, bilden eine weitere Gruppe für den Einsatz in Lehrveranstaltungen. Diese Programme sind häufig für ganz spezifische Themenbereiche konzipiert und lassen sich nur sehr selten auf die Bedürfnisse des Lehrenden anpassen. Sie kommen zum Teil in der Mathematik zum Einsatz, wenn es etwa um die Darstellung stochastischer Prozesse oder Kurvendiskussionen geht. Dynamische Veränderungen, die sich aufgrund von Datenabhängigkeiten vollziehen, können damit verifiziert werden. Diese Programme werden meistens dann herangezogen, wenn die theoretischen Grundlagen bereits dem Lernenden vermittelt wurden und eine experimentelle Veranschaulichung der dargestellten Sachverhalte im Vordergrund steht. Auch hier besteht das Problem, daß die dargelegten Sachverhalte nur unzureichend reproduziert werden können. Graphik- und Bildschirmausdrucke sind zwar weitestgehend möglich, verlieren aber ihren dynamischen Charakter und sind somit nur noch als reine Datenblätter zu gebrauchen. Das Einbinden dynamischer Materialien derartiger Programme in vorhandene Systeme ist wegen fehlender Standards für den Austausch von Daten zumeist nicht möglich. Eine Bereitstellung der Programme in der Universität scheitert häufig an der Vergabe von Lizenzen für die Studierenden sowie am Willen der Lernenden, die Software zumindest am heimischen Rechner in Form eines Viewers zu installieren. Eine Erweiterung der eben beschriebenen Programme stellen solche dar, die es dem Benutzer durch eine integrierte Programmiersprache ermöglichen, eigene Lehrstoffinhalte umzusetzen. Dadurch wird zwar eine individuelle Anpassung an den Lehrplan möglich, setzt aber gewisse Programmierkenntnisse und einen erhöhten Mehraufwand seitens des Lehrenden voraus.

Die dritte und letzte Gruppe von Multimedia-Anwendungen, die für eine Informationsweitergabe in der universitären Lehre eingesetzt werden, bilden Simulationsprogramme zu komplexen Themengebieten. Sie kommen immer dann zum Einsatz, wenn es um die Veranschaulichung von abstraktem Wissen geht, welches in Form von Experimenten zu teuer, zu gefährlich oder aber unmöglich zu realisieren ist. Reale Prozesse können mit ihrer Hilfe modelliert werden.¹⁰ Derartige Programme erlauben eine Vielzahl von Parametereinstellungen, die den Verlauf von dynamischen Prozessen beeinflussen, sowie verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten, die äußerst real auf den Betrachter wirken. Spontane Modifikationswünsche, die etwa aufgrund von Interaktionsprozessen in der Lehrveranstaltung auftreten, können sofort im Rahmen des technisch Machbaren umgesetzt werden. Der Benutzer ist aber nicht in der Lage, neue Inhalte oder Darstellungsformen zu integrieren.

¹⁰ Man denke an physikalische Phänomene, chemische Reaktionen, Wolkenbewegungen etc.

Er ist durch die technischen Möglichkeiten des Programms, die ihm vom Entwickler vorgegeben sind, eingeschränkt. Dies wiederum erschwert ebenfalls die Integrationsmöglichkeiten in eine bestehende Lehrveranstaltung. Eine spätere Bereitstellung der vermittelten Sachverhalte ist, wie bei den voran beschriebenen Anwendungen, auch hier schwierig zu vollziehen.

Es kann festgehalten werden, daß sich die Informationsweitergabe durch die Verwendung von bereits vorhandenem Lehrstoffmaterial mit den zuvor aufgeführten Programmen äußerst schwierig gestaltet, da ein flexibler Einsatz und eine Zusammenstellung aus Teilen verschiedener Anwendungen nicht möglich sind. Als logische Schlußfolgerung wären also dann solche Programme zu bevorzugen, mit denen der Lehrende eigene Präsentationen erstellen kann, die dann vollständig auf eine Vorlesung abgestimmt sind. Leider stellen sich auch hier Defizite ein, die nun im nächsten Abschnitt beschrieben werden. Hierzu werden kurz die zum Einsatz kommenden Präsentationssysteme vorgestellt und die einzelnen Defizite anhand bestimmter Sachverhalte offengelegt.

2.2.2 Multimediawerkzeuge

Der Einsatz von Multimediawerkzeugen in der universitären Lehre ist wie bei den Multimedia-Anwendungen von den Sachverhalten abhängig, die vermittelt werden sollen. Im Gegensatz zu den zuvor dargestellten Programmen ist der Benutzer nun in der Lage, nach seinem Ermessen die Inhalte in geeigneter Form zu präsentieren. Dabei ist es die Aufgabe des Lehrenden, eine adäquate Präsentation mit den ihm zur Verfügung stehenden technischen Gegebenheiten zu erstellen und sie auch für die Studierenden zugänglich zu machen. Zusätzlich muß er sich mit den Funktionen und der Struktur eines solchen Werkzeuges auseinandersetzen.

Multimediawerkzeuge, die eine einfache sequentielle Präsentation von Lehrstoffinformationen ermöglichen, werden derzeit am häufigsten in Vorlesungen, Seminaren oder Übungen eingesetzt.¹¹ Sie geben dem Vortragenden etliche hilfreiche Funktionen an die Hand, die ihn bei der Umsetzung unterstützen. Diese Funktionen ermöglichen eine visuelle und akustische Präsentation der zu vermittelnden Inhalte in vielen Facetten. Derartige Multimediawerkzeuge vereinen die Gestaltung von Text- und Bildmaterial sowie deren Integration und das Einbinden externer Ressourcen. In manchen Fällen lassen sich auch Funktionen zur Interaktion vorfinden. Bei der Gestaltung von Text- und Bildmaterial werden zusätzlich verschiedene Effekte zur Verfügung gestellt, welche die Aufmerksamkeit des Betrachters erhöhen können. Die Integration externer Ressourcen beschränkt sich auf die Vorführung von Ton- und Videosequenzen bzw. auf die Darstellung von Graphikelementen. Die Informationspräsentation geschieht wie eingangs beschrieben sequentiell, d.h. es werden Schritt für Schritt einzelne Informationseinheiten in Form von Seiten bzw. Folien vorgeführt. Durch eine meist einfache Interaktionsstruktur kann der Lehrende dann die einzelnen Seiten bzw. Folien aufrufen oder aber automatisch ablaufen lassen.

Die technischen Möglichkeiten, die solche Multimediawerkzeuge zur Verfügung stellen, lassen sich nur für bestimmte Sachverhalte sinnvoll einsetzen. Zumeist werden inhaltlich relevante Aspekte eines Lehrstoffs in Form von Text- und Bilddarstellungen zusammengefaßt, die zusätzlich mit Ton- und Videosequenzen unterlegt sein können. Diese Darstellungen sollten im günstigsten Fall vom Lehrenden so gewählt werden, daß die zu vermittelnden Inhalte für den Lernenden zu verstehen sind und behalten werden können, Sinnzusammenhänge erkennbar sind bzw. das Arbeiten mit dem Lehrstoff möglich ist. An dieser Stelle treten aber bereits die ersten Schwierigkeiten auf, die mit der technischen Struktur dieser Multimediawerkzeuge zusammenhängen.

¹¹ Zum Beispiel die Präsentationsprogramme MS PowerPoint, Adobes Persuasion oder Presentations.

Der sequentielle Charakter dieser Werkzeuge spielt eine erhebliche Rolle bei der Präsentation von Lehrstoffinformationen. Dem Betrachter werden immer nur Teilausschnitte präsentiert, die es schwierig machen, Sinnzusammenhänge zu erkennen. Informationen, die kurz zuvor vermittelt wurden, sind häufig nicht mehr vollständig im Gedächtnis verankert. Der Lernende muß sich also Notizen zu den einzelnen Informationseinheiten machen, wenn er den Stoff nachvollziehen will. Häufig passiert es, daß der Zuhörer so mit dem Mitschreiben beschäftigt ist, daß er teilweise Ausführungen des Vortragenden nicht aufnehmen kann.

Um Sinnzusammenhänge erkennen zu können, muß zunächst einmal der Lehrstoff adäquat für den Lernenden aufbereitet werden. Der Einsatz dieser Multimediawerkzeuge zur Informationsverdeutlichung und Vereinfachung gestaltet sich zunehmend schwierig, wenn es um die Beschreibung von abstraktem Wissen und dynamischen Veränderungen von Sachverhalten geht. Dynamische Prozesse, die mit der sozialen Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden einhergehen, stellen eine weitere Hürde dar.

Die Beschreibung von abstraktem Wissen und dynamischen Veränderungen kann nur in Form von Text- und Bildmaterial umgesetzt werden, was das Verständnis und die Merkleistung erschwert. Der Lehrende ist zum Beispiel nicht in der Lage, bestimmte Veränderungen von Objekten oder Bewegungsabläufe zu visualisieren, da dies durch den sequentiellen Charakter unterbunden wird. Er hat zwar die Möglichkeit, dies durch eine schnelle Abfolge von Einzelbildern zu realisieren, muß aber dafür einen enormen Aufwand bei der Erstellung der Bildfolgen in Kauf nehmen. Das Einbinden von Videosequenzen und anderer Medien ist zwar denkbar, führt aber zu den gleichen Problemen, wie bei den eingangs beschriebenen Multimedia-Anwendungen. Dynamische Prozesse, die aufgrund der sozialen Interaktion entstehen, können nur unzureichend behandelt werden. Der Lehrende kann zwar durch Kontrollstrukturen den Ablauf seiner Präsentation beeinflussen, ist aber durch die feste, von ihm selbst vordefinierte Form stark eingeschränkt. Die Möglichkeit, Reaktionen und Hinweise von Seiten der Zuhörer in seine Präsentation einzubinden, die zum Beispiel eine Verifikation des behandelten Stoffes beinhalten könnte, ist nicht gegeben. Weiterhin gestaltet sich die Weitergabe der in Lehrveranstaltungen dargestellten Sachverhalte für den Lernenden nicht immer einfach.

Die einzelnen Folien können zwar als Kopiervorlagen bzw. elektronisch zur Verfügung gestellt werden, dienen aber häufig nur als Zusatz zu den bestehenden Vorlesungsunterlagen oder werden als eigenständige Informationsquelle benutzt. Die Integration in ein Gesamtsystem ist häufig nicht möglich.

Die eben beschriebenen Defizite, die bei der Präsentation von Lehrstoffmaterial mit Multimediawerkzeugen wie Microsoft PowerPoint auftreten, lassen sich zum Teil mit mächtigeren Autorenwerkzeugen¹² in den Griff bekommen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß zwar mehr Möglichkeiten vorhanden sind, um etwa von der linearen Präsentation wegzukommen, jedoch die Integrationsmöglichkeiten eher erschwert werden. Derartige Werkzeuge beinhalten bestimmte Funktionen, die sich für die Präsentation von dynamischen Veränderungen einsetzen lassen und stellen eine weitreichende Kontrollstruktur zur Verfügung. Weiterhin verfügen sie häufig über eine eigene Script-/Programmiersprache, die es dem Benutzer erlaubt, interne und externe Strukturen nach seinen Wünschen zu gestalten. Das Autorenwerkzeug Macromedia Director 6.0 ermöglicht mit der objektorientierten Scriptsprache *Lingo* zum Beispiel die Interaktions-, Animations- und Ablaufsteuerung bei einer Multimediapräsentation. Weiterhin gibt es Werkzeuge,¹³ die auf einer Programmiersprache basieren und somit mehr Möglichkeiten bieten, wie etwa die Modellierung komplexer Objekte, aber einen erheblichen Programmieraufwand für den Entwickler bedeuten. Durch die vielen technischen Möglichkeiten werden diese Programme zu meist für die Erstellung von komplexen Multimedia-Anwendungen herangezogen.¹⁴ Der Einsatz in der universitären Lehre ist jedoch noch recht selten.

Der Lehrende bekommt ein Werkzeug an die Hand, mit dem er die Defizite des traditionellen Medieneinsatzes und der zuvor beschriebenen Multimedia-Anwendungen bzw. Werkzeuge zwar nicht vollständig beheben kann, aber dennoch eine größere Unterstützung für die Darstellung von dynamischen Lehrstoffinhalten erhält. Um den Aufwand für die Erstellung einer Präsentation in sinnvollen Grenzen zu halten, muß sich der Lehrende, wie bei den anderen Präsentationsmedien, über die zu vermittelnden Sachverhalte im klaren sein. Wie bereits erwähnt, stellt die passende Darstellung von dynamischen Prozessen in einer Lehrveranstaltung eine gewisse Schwierigkeit für den Lehrenden und schließlich für die Lernenden dar. Der Lehrende sollte sich bewußt machen, welche Funktionen er von einem Multimediawerkzeug benötigt. Dazu ist es jedoch zunächst hilfreich, wenn man sich über die verschiedenen Formen von dynamischen Prozessen klar wird, um diese dann mit geeigneten Mitteln umsetzen zu können. Für den Lehrenden stellt sich also die Frage, wie bestimmte Sachverhalte, die mit dynamischen Veränderungen einhergehen, mit einfachen Mitteln dem Lernenden zugänglich gemacht werden können. Dabei stößt man sofort auf das Werkzeug der Simulation und der damit verbundenen Animation.

Im nächsten Kapitel werden diese beiden Begriffe erläutert und ihre Einsatzgebiete beschrieben. Darauf aufbauend geht es dann ganz konkret um einen Einsatz in der universitären Lehre und einer damit verbundenen Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen. Die Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten gliedert sich in einen theoretischen und praktischen Teil auf.

¹² Man denke an Autorensysteme wie Macromedia Director, Toolbook II, mtropolis und HM-Card.

¹³ Das Autorensystem Borland Delphi 3.0 sei hier erwähnt.

¹⁴ Näheres bei Beyer (1996), S. 174-191 und Seetzen (1996), S. 342-349.

3 Simulation und (Computer)animation

Dieses Kapitel dient als Grundlage für die Untersuchung der Hilfsmittel, die für eine Darstellung von dynamischen Veränderungen in Lehr-/Lernprozessen in Frage kommen, die aufgrund der zu vermittelnden Sachverhalte und Interaktionsprozessen entstehen. Die Simulation und Animation sind hierfür geeignete Arten von zeitlich ablaufenden Werkzeugen, die aber aufgrund ihrer vielen Einsatzmöglichkeiten und der damit verbundenen Komplexität nicht so ohne weiteres genutzt werden können. Um aber einen Einsatz dieser Werkzeuge in einer Lehrveranstaltung zu gewährleisten, ist es zunächst notwendig, ihre verschiedenen Merkmale zu beschreiben, um passende Elemente daraus extrahieren zu können. Dabei wird das Ziel verfolgt, verschiedene Eigenschaften aufzuzeigen, welche die Darstellung bestimmter Sachverhalte unterstützen können. Es wird sich herausstellen, daß für den Einsatz häufig einfache Animationstypen ausreichend sind und komplexe Simulationen bzw. Animationen nur in bestimmten Fällen zum Tragen kommen. An den Stellen, wo dies doch einmal der Fall sein sollte, werden dann die technischen Möglichkeiten und der Aufwand für den Lehrenden gesondert behandelt. Zunächst einmal geht es um eine Begriffserläuterung und um eine Abgrenzung im Hinblick eines Einsatzes in der universitären Lehre.

3.1 Simulation

Der Begriff *Simulation* geht einher mit dem Bestreben, ein Abbild der Wirklichkeit durch mathematische Modelle und Näherungen zu beschreiben, die heute von einem Computer berechnet werden können. Es geht dabei um eine Darstellung von Phänomenen, die sich entlang der Zeit entwickeln. Dies sind Phänomene, welche sich real beobachten lassen¹⁵ oder aber aufgrund bestimmter Merkmale (Komplexität, Größe, Geschwindigkeit etc.) nicht einzusehen sind. Die Simulation stellt die Möglichkeit dar, Experimente zu erzeugen, die sehr zeitaufwendig und teuer oder aber oftmals unmöglich zu realisieren sind. Bei der Darstellung von dreidimensionalen Szenen zum Beispiel, die sich über einen gewissen Zeitraum erstrecken, lassen sich drei verschiedene Komponenten festmachen. Dies sind Objekte, Kameraperspektiven und Lichtquellen. Alle diese Elemente haben bestimmte Eigenarten, die sich über die Zeit an gewisse, willkürliche und komplexe Gesetze halten.¹⁶ Für die Umsetzung kommen Modellierungstechniken zum Einsatz, die eine sehr realistische Darstellung erlauben. Eine wichtige Rolle beim Einsatz von Simulationen spielt neben der Realitätsnähe auch die Interaktion zwischen „künstlicher“ und realer Welt. Aktionen, die in der realen Welt durchgeführt werden, sollen eine direkte Umsetzung in der „künstlichen“ erfahren.¹⁷

¹⁵ Beispielsweise Wolkenbewegungen, chemische Reaktionen, Bewegung von elektromechanischen Geräten etc.

¹⁶ Vgl. Magnenat Thalmann (1990).

¹⁷ Man denke hier an den Begriff *Cyberspace*.

Derartige komplexe graphische Simulationen sind aber gleichzeitig auch Computeranimationen. Hier kommt zum ersten Mal der Begriff Computeranimation zum Tragen, der den Einsatz des Computers als technisches Hilfsmittel beinhaltet. Nachfolgend wird der Begriff Animation erläutert und die Rolle des Computers dabei aufgezeigt.

3.2 Animation und Computeranimation

Der Begriff *Animation* (lat. anima = Seele) ist mit den Anfängen des Films begründet und bedeutet im ursprünglichen Sinne ein Beseelen oder Beleben toter Gegenstände.¹⁸ Es gibt aber auch zahlreiche weitere Definitionen, die sich in ihrer Exaktheit unterscheiden. Für John Hallas¹⁹ ist die Bewegung das Wesen der Animation und eine ähnliche Aussage definiert Animation als die Kunst der Bewegung. Präzisere Definitionen des Begriffs Animation lauten:²⁰

1. Animation ist eine Technik, in der die Illusion von Bewegung durch eine Folge von individuellen Zeichnungen mittels aufeinanderfolgender Einzelbilder erzeugt wird. Die Illusion wird durch die Wiedergabe einer bestimmten Anzahl von Einzelbildern (üblich sind 24 Einzelbilder pro Sekunde) geschaffen.
2. Animation ist durch den Prozeß der dynamisch generierten Folge von Einzelbildern einer Menge von Objekten bestimmt, wobei jedes Einzelbild eine Änderung des vorherigen ist.

Diese Definitionen machen deutlich, daß es sich bei der konventionellen Animation hauptsächlich um Bewegung von Objekten mit der Einzelbild-Aufnahmetechnik handelt, wie sie bei der Produktion von Zeichentrickfilmen Verwendung findet. Sobald aber langsame Bewegungsabläufe von Objekten umgesetzt werden sollen oder aber verschiedene Perspektiven erforderlich sind, bietet sich der Einsatz des Computers als Unterstützung für den Animateur unmittelbar an, da die Grenze handwerklicher Arbeit schnell erreicht ist.

Durch den Computereinsatz werden die Definitionen zum Begriff Animation (besonders die erste) zu ungenau, da zum Beispiel im Fall der Echtzeit-Animation, wie sie in Videospiele vorkommt, sich das resultierende Produkt von der herkömmlichen Animation unterscheidet. Weiterhin muß Animation nicht ausschließlich aus Bewegung bestehen, sie kann auch ohne sie existieren, zum Beispiel bei Objekttransformationen, bei Farbveränderungen oder aber dem Wechsel der Lichtintensität. Die Computeranimation schafft ganz neue Gestaltungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Umsetzung realer und nicht-realer Prozesse und findet deshalb Anwendung in den unterschiedlichsten Gebieten.

¹⁸ Vgl. Wagenknecht (1986), S. 97.

¹⁹ Hallas, John, *The technique of film animation*, 1968.

²⁰ Vgl. Magnenat Thalmann (1990), S. 3.

Magnat Thalmann teilt diese Einsatzgebiete in sechs verschiedene Kategorien auf, die in unterschiedlichster Weise von der Computeranimation Gebrauch machen. Im Bereich Fernsehen und Kino wird die Computeranimation für die Darstellung von Titeln, Logos, Einblendungen, Zeichentrick und Spezialeffekten sowie im politischen und geschäftlichen Leben als ein Mittel für die Massenkommunikation, für Marketing und zur Fortbildung genutzt. Im Ingenieurwesen sowie in der Forschung bzw. Bildung unterstützt sie die Vorstellung von verschiedenen Gegenstandsbereichen und Konzepten.

Wie bereits zu Anfang dieses Kapitels angedeutet, ist der Begriff der Animation bzw. Computeranimation sehr weitläufig definiert. Der Einsatz von Animationen in der universitären Lehre verfolgt ganz andere Absichten als zum Beispiel im Bereich von Fernsehen und Kino. Folglich unterscheiden sich die verschiedenen Animationsmöglichkeiten nicht nur hinsichtlich ihrer Qualität, sondern im wesentlichen in der Komplexität ihrer Operationen. Diese sind natürlich abhängig von der Art und Weise, wie bestimmte Sachverhalte nachgebildet bzw. beschrieben werden können, damit sie für den Betrachter möglichst viel an Information liefern.

Die nun nachfolgenden Betrachtungen für einen Einsatz von Animation bzw. Computeranimation zur Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen beschäftigen sich überwiegend mit den Grundelementen und beschränken sich auf die Darstellung von Sachverhalten, die sich im Zweidimensionalen realisieren lassen. Die Veranschaulichung des Lehrstoffs bzw. bestimmte Teile mit dem Werkzeug der Animation soll dabei für den Lehrenden in geeigneter Weise zu realisieren sein und den Mehraufwand so gering wie möglich halten.

Es sei hier kurz angemerkt, daß die Beschreibung der Möglichkeiten im Dreidimensionalen und die damit verbundenen Besonderheiten, wie zum Beispiel verschiedene Betrachtungswinkel auf ein Objekt, die Modellierung realistischer Oberflächenstrukturen oder aber die Echtzeit-Animation, nicht im Vordergrund stehen. Die einzelnen Verfahren, die zur Umsetzung der Sequenzen am Computer zum Einsatz kommen, sind ebenfalls nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Zunächst ist es wichtig, geeignete Stellen aus dem Lehrstoff, die eine Unterstützung durch die Animation sinnvoll erscheinen lassen, herauszufiltern, um dann eine angemessene Umsetzung zu erzielen. Dabei stellt sich die Frage, welche Mittel eigentlich zur Verfügung stehen und wie man sie denn adäquat einsetzt.

In einem nächsten Schritt geht es dann um die Realisierung der Animationen mit Hilfe des Computers, die auf möglichst einfache Weise zu den gewünschten Resultaten führen sollen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Wahl des richtigen Autorenwerkzeuges. Im Vordergrund stehen hierbei die technischen Funktionen, die den Lehrenden bei der Entwicklung unterstützen sollen und die Einfluß auf spätere Nutzungsabsichten haben können.

Nachstehend werden die eben beschriebenen Fragen und Probleme behandelt, die sich für den Lehrenden bei einem möglichen Einsatz von Animationssequenzen ergeben. Es wird der Versuch unternommen, anhand von verschiedenen Sachverhalten aufzuzeigen, die von dynamischen Veränderungen abhängen, wie die Animation den Lehrenden bei der Lehrstoffpräsentation unterstützen kann.

Anders als in den meisten Fällen, wo komplexe Simulationen und Animationen in der Lehre eingesetzt werden, geht es hier um die Frage, inwieweit einfache Animationen, die vom Lehrenden selbst hergestellt werden, Anwendung finden können. Dabei geht es nicht um schön gestaltete Darstellungen, wie sie von Entwicklerteams diverser Multimedia-Anwendungen her bekannt sind. Vielmehr steht die Vermittlung von Sachverhalten mit einfachen Mitteln im Vordergrund. Ziel ist es, dem Lehrenden eine Anzahl einfacher Operationen an die Hand zu geben, mit denen er Lehrinhalte veranschaulichen kann. Damit diese Absicht nicht nur auf der Grundlage von theoretischen Betrachtungen bereits existierender Animationen in der universitären Lehre aufbaut, ist eine praktische Auseinandersetzung notwendig und sinnvoll. An konkreten Sachverhalten zweier ausgewählter Lehrveranstaltungen an der Universität-Gesamthochschule Paderborn werden die Defizite bei der derzeitigen Lehrstoffpräsentation beschrieben und die Möglichkeiten des Einsatzes von Animationen erörtert. Daraus lassen sich teilweise grundlegende Animationen sowie verschiedene Verknüpfungsstrukturen identifizieren, die im 5. Kapitel dargestellt werden.

Anschließend geht es dann um eine Realisierung der Animationssequenzen für diese beiden Lehrveranstaltungen mittels des Hypermediawerkzeuges HM-Card, was die technischen Möglichkeiten für den Lehrenden und den damit verbundenen Mehraufwand, aufzeigen soll.

4 Animationen zur Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen

Dieses Kapitel bildet die Grundlage für die Betrachtungen des Einsatzes von Animationen zur Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen in der universitären Lehre. An zwei ausgewählten Vorlesungen²¹ und den dazugehörigen Übungen sollen die Probleme und Defizite bei der Präsentation bestimmter Lehrinhalte zunächst aufgezeigt werden.

Die bisher zum Einsatz kommenden non-verbale Präsentationsmittel in beiden Vorlesungen sind die Tafel und eine Auswahl von Folien, die mit dem Multimedia-Werkzeug Microsoft PowerPoint erstellt wurden. Die einzelnen Folien werden mangels einer geeigneten technischen Infrastruktur nicht mit dem Computer präsentiert, was den eigentlichen Einsatz von MS PowerPoint ausmacht, sondern als Kopien auf einem Overhead-Projektor aufgelegt. Dabei lassen sich einige Schwierigkeiten ausmachen, die sich für den Dozenten und schließlich für die Studenten während der Vorlesung ergeben. An sechs ausgewählten Lehrstoffinhalten und den dazugehörigen Folien werden diese Schwierigkeiten aufgezeigt und Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen, die den Einsatz von Animationen rechtfertigen.

Zunächst einmal werden für jede Folie die zu vermittelnden Inhalte und der Kontext, in dem die Folien zum Einsatz kommen, beschrieben. Anschließend werden die Defizite aufgezeigt, die sich während der Präsentation einstellen und Einfluß auf den Verlauf der Lehrveranstaltung haben. Im nächsten Schritt werden dann einige wünschenswerte Veränderungen vorgeschlagen. Die Frage nach den technischen Möglichkeiten einer Realisierung durch den Lehrenden wird im Anschluß beantwortet, wobei der Aufwand und die Integrationsmöglichkeiten der eingesetzten Mittel im Vordergrund stehen.

Im darauffolgenden Kapitel wird der Versuch einer Identifizierung von grundlegenden Animationen unternommen, mit denen die zuvor beschriebenen Beschränkungen der einzelnen Folien behoben werden können, die sich für die Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen eignen. Sie dienen später als Ausgangspunkt für die exemplarische Umsetzung der sechs PowerPoint-Folien mit dem Hypermediawerkzeug HMCARD und ermöglichen eine Beschreibung der technischen Funktionen, die dafür notwendig sind.

²¹ Es handelt sich hierbei um die beiden Lehrveranstaltungen „Grundlagen der Systemgestaltung“ und „Informatik und Gesellschaft“, die von der AG Informatik&Gesellschaft um Prof. Keil-Slawik an der Universität-GH Paderborn regelmäßig veranstaltet werden.

4.1 Folienpräsentation zum Thema „Gestaltpsychologie“

Im Rahmen der Vorlesung „Grundlagen der Systemgestaltung“ geht es bei dem Thema Gestaltpsychologie um die Art und Weise, wie Menschen bestimmte physisch zusammenhangslose Sinnesreize zu einer Gestalt gruppieren, so daß sie einen Sinn (Bedeutung) ergeben. Dieses Thema steht im Zusammenhang mit der Bereitstellung einer Arbeitsumgebung für den Menschen im Bereich des Computereinsatzes. Dabei spielt die Wahrnehmung eine erhebliche Rolle, die anhand einzelner Graphikbeispiele²² mittels Folienpräsentation im Verlauf der Vorlesung den Studenten verdeutlicht wird. Die einzelnen Graphiken werden zur Wissensverdeutlichung eingesetzt und unterstützen den Dozenten bei der Veranschaulichung seiner verbalen Äußerungen. Für die Studierenden dienen sie gleichzeitig als eine Möglichkeit zur Verifikation der dargestellten Sachverhalte. Durch die Folienpräsentation der einzelnen Beispiele mit dem Overhead-Projektor lassen sich die Grundzüge der menschlichen Wahrnehmung schnell und einfach verdeutlichen. Die Präsentation der Graphikbeispiele ist auch durch die Tafel oder aber als Vorlage für jeden Studenten denkbar, was aber den Aufwand für den Lehrenden erhöhen und den experimentellen Charakter negativ beeinflussen würde.

Die in Abbildung 4.1 dargestellte Folie ist mit einigen Defiziten behaftet, die sich aufgrund ihrer starren Form ergeben. Diese Defizite werden nachfolgend beschrieben und Verbesserungen aufgezeigt.



Abbildung 4.1: Folie zur Lehrveranstaltung „Grundlagen der Systemgestaltung“. Zu sehen sind drei verschiedene Graphiken, welche die menschliche Wahrnehmungsfähigkeit verdeutlichen sollen.

²² Siehe Abbildung 4.1.

Die Eigenheiten der menschlichen Wahrnehmung sollen beispielhaft mit dieser Folie den Studierenden vorgeführt werden. Dies wird eindrucksvoll anhand von drei verschiedenen Graphiken unterlegt, die aber ohne gewisse zusätzliche Erklärungen seitens des Dozenten ihre Wirkung verfehlen würden.

Auf der linken Folienhälfte lassen sich zwei Zeichnungen erkennen, die auf den ersten Blick für den Betrachter nur wenig darstellen und nicht miteinander in Beziehung zu setzen sind. Bei genauerer Betrachtung erkennt man aber in der unteren Zeichnung zwischen den einzelnen Linien die Gestalt der Zahl 4 und eine etwas deformierte 5. Ist dies von den Studierenden in der Vorlesung erkannt, so soll mit der oberen Zeichnung gezeigt werden, daß die 4 im unteren Bild eine von uns „erzeugte“ Gestalt ist. Ein Bild besteht eigentlich nur aus einer Schwarzweißverteilung, wobei wir bestimmte Bereiche zu Linien und anderen Objekten gruppieren. Die 4 ist ein solches Objekt. Die Zahl 4 ist in der oberen Zeichnung ebenfalls vorhanden, wird aber normalerweise nicht erkannt, da es sinnvoller ist bei einer Beschreibung andere Objekte als die 4 anzugeben. An dieser Stelle liegt es nun am Lehrenden, wie er die Zuhörer an die Zahl im oberen Bild heranführt bzw. wie er sie verdeutlicht. Üblicherweise würde man hier mit einem Folienstift die Konturen der Zahl 4 nachzeichnen, was aber durch die zugrundeliegende Farbe schwarz nur schlecht möglich ist. Denkbar ist auch das Auflegen einer zweiten Folie, die die 4 farbig hervorhebt. Eine dritte Möglichkeit stellt das Verschieben einer ausgeschnittenen 4 in die obere Zeichnung dar, die aber eine genaue Anpassung vom Lehrenden erfordert.

Die auf der rechten Folienhälfte dargestellte Schwarzweißverteilung von Flecken läßt sich sinnvoll als ein Hund (Dalmatiner) interpretieren, der auf einen Baum zugeht. Diese Gestalt ist zunächst schwer erkennbar, wird aber, wenn man sie einmalig erkannt hat, immer wieder in dieser Form interpretiert. Dies liegt daran, daß die menschliche Wahrnehmung von Vorerfahrungen abhängig ist und das erstmalige „Erkennen“ deshalb häufig schwierig ist. Der Lehrende steht nun also vor dem Problem, die Gestalt des Hundes seinen Zuhörern einmalig zu vermitteln. Auch hier besteht die Möglichkeit, mit Hilfe eines Folienstiftes die Umrisse hervorzuheben, oder aber durch eine Folienüberdeckung die relevanten Teile des Hundes farbig zu kennzeichnen. Denkbar ist auch das Ausschneiden des Hintergrundes aus der Zeichnung, was aber zwei bereits vorhandene Folienteile voraussetzt und ebenfalls eine exakte Anpassung erfordert.

Man sieht hier bereits, daß bei der Präsentation dieser Zeichnungen ein erheblicher verbaler und zeichnerischer Aufwand notwendig ist, der den Verlauf der Vorlesung stark beeinflußt. Mögliche Wiederholungen der ausgeführten Aktionen aufgrund von Verständnisschwierigkeiten und Unaufmerksamkeit seitens der Studierenden können den zeitlichen Rahmen sprengen. Die Frage ist nun, an welchen Stellen der Folienpräsentation es sinnvoll erscheint, etwas zu verändern, und mit welchen Mitteln dies der Lehrende verwirklichen kann.

Zunächst einmal soll die Frage geklärt werden, wie sich die Verdeutlichung der 4 in der oberen Zeichnung der Folie zur Gestaltpsychologie besser realisieren lassen könnte. Ein schrittweises Heranführen des Betrachters an die vorhandene Form bzw. das in Beziehung Setzen mit der unteren Zeichnung wäre eine Möglichkeit. Ein Heranführen kann dadurch verwirklicht werden, indem eine zweite 4 sich langsam an die andere in der Zeichnung annähert oder aber einzelne Linien von links nach rechts in der Graphik schrittweise gefärbt werden, die dann zu einer Hervorhebung der Zahl führen. Eine direkte Art der Kennzeichnung besteht in einem Effekt, der zwischen der Originalfarbe und einer Signalfarbe wechselt und somit ein Blinken hervorruft. Ein schrittweises Heranführen läßt sich weiterhin durch eine Bewegung der um die 4 angeordneten Linien realisieren, was das Freilegen der Zahl zur Folge hat. Ein in Beziehung Setzen mit der anderen Zeichnung kann durch einen Bewegungsablauf verwirklicht werden, bei dem sich die erkennbare Zahl der integrierten annähert.

Die Verdeutlichung des Hundes läßt sich an Hand von Farbveränderungen, aber auch durch Bewegungsabläufe erzielen. Das Einfärben der relevanten Stellen mit einer Signalfarbe, die die Gestalt des Hundes oder aber des Hintergrunds hervorhebt, ist eine Möglichkeit. Weiterhin kann durch ein Ausschneiden des Hundes aus dem Bild und einer damit verbundenen Bewegung die gewünschte Wirkung erzielt werden.

Bei den eben beschriebenen Möglichkeiten zur Informationsverdeutlichung und Verstärkung kommt es auch darauf an, wie man auf die einzelnen Aktionen Einfluß nehmen kann. Grundlegend hierfür ist die Möglichkeit eines Abbruchs und der Wiederholung einzelner Aktionen. Auch die direkte Manipulation einzelner Graphikelemente ist eine wünschenswerte Erweiterung.

Es lassen sich diverse dynamische Veränderungen bezüglich einer Visualisierung der Zahl 4 angeben, die durch verschiedene Bewegungsabläufe charakterisiert sind. Die Animationstechnik stellt hierzu verschiedene Operationen zur Verfügung, welche einen Bewegungsablauf ermöglichen. Durch eine lineare Bewegung, die sich durch eine Links-, Rechts-, Oben-, Unten- und Diagonalverschiebung äußert, kann die Zahl aus der komplexen Zeichnung extrahiert oder aber eine zweite integriert werden. Weiterhin ist ein Bewegungsablauf möglich, der eine Kombination der einzelnen Verschiebungsrichtungen darstellt. Durch die einzelnen Operationen, die sich auf verschiedene Objekte gleichzeitig anwenden lassen, kann auch das „Freilegen“ der Zahl 4 durch das Verschieben der einschließenden Linien realisiert werden. Gleiches gilt für das Hervorheben der Hundegestalt, die sich durch eine einfache lineare Bewegung des Hintergrunds umsetzen läßt.

Durch das Werkzeug der Animation lassen sich nicht nur Bewegungsabläufe von Objekten hinsichtlich von Positionsveränderungen beschreiben, sondern auch der eigentliche Ablauf manipulieren, der sich zum Beispiel in Form einer Objektbeschleunigung oder Verlangsamung äußert.

Eine weitere Form, die sich mit der Animation umsetzen läßt, ist die direkte Objektmanipulation. Es werden dadurch mehrere Visualisierungseffekte erzielt, welche die Gestalt der Zahl 4 dem Betrachter verdeutlichen. Eine Möglichkeit ist die Veränderung der Objektfarbe und daraus resultierend eine Sequenz von Farbwechslern, welche zu einem Blinkereffekt führen. Weiterhin lassen sich mit Hilfe der Animation die Orientierung und Form verändern, die zu einer Drehung der Zahl 4 oder aber zur Vergrößerung bzw. Verkleinerung herangezogen werden können. Auf ähnliche Weise lassen sich auch die Konturen der Hundegestalt dem Betrachter näherbringen. Die verschiedenen Objektbewegungen und Objektveränderungen können auch miteinander gekoppelt werden und ermöglichen somit weitere Visualisierungseffekte. Dadurch läßt sich zum Beispiel eine Bewegung der Zahl 4 realisieren, die gleichzeitig mit einem Signalisierungseffekt verbunden ist.

Die eben beschriebenen Operationen der Animationstechnik lassen sich durch Computerunterstützung sehr schnell verwirklichen und ermöglichen noch weitere Objektmanipulationen. Dabei spielt der Begriff der Interaktion eine erhebliche Rolle, der die Flexibilität der Animationen, aber auch den Aufwand für ihre technische Umsetzung erhöht. Gerade die Umsetzung der einzelnen Animationen ist mit Hilfe passender Software in kurzer Zeit machbar, da nur einmalig das zu animierende Objekt definiert werden muß und Bewegungsabläufe sowie Objektveränderungen vom Computer berechnet bzw. bestimmte Funktionen zur Manipulation zur Verfügung gestellt werden. Diese werden im 6. Kapitel bei der Realisierung der einzelnen Basisanimationen mit dem Hypermediawerkzeug HM-Card beschrieben.

Durch den Einsatz der Computeranimation sind auch verschiedene Steuerungsmöglichkeiten gegeben, die es erlauben, auf Interaktionsprozesse zu reagieren. Die direkte Manipulation einzelner Objekte bietet, wie im vorliegenden Fall die Zahl 4 und die Konturen der Hundegestalt, während der Informationspräsentation die größte Flexibilität. Denkbar ist hierbei ein Auswählen der Graphikobjekte per Tastatur, Mausklick oder Touchscreen, die dann frei bewegt werden können. Diese Art der Interaktion nähert sich aber bereits dem Bereich der Echtzeit-Animation. Ein wesentlicher Vorteil der Computeranimation besteht in der uneingeschränkten Wiederholbarkeit einzelner Animationssequenzen, der Möglichkeit der Wiederherstellung und des Abbruchs sowie der Manipulation durch Parameterveränderungen. Im vorliegenden Fall der Hundegestalt kann beispielsweise der Kontrast des Hintergrundes verstärkt oder verringert werden, damit für den Betrachter die Konturen des Hundes erkennbar sind.

4.2 Folienpräsentation zum Thema „Optische Täuschungen“

Das Thema „Optische Täuschungen“ beschäftigt sich ebenfalls mit der menschlichen Wahrnehmung. Hierbei geht es im wesentlichen um die Art und Weise, wie das menschliche Auge Formen, Bewegungen, Farben und Hell-Dunkel-Kontraste von der Umwelt liefert, die vom Gehirn interpretiert werden. Dabei stellen sich mehrere Konstanzphänomene²³ ein, die mit der Struktur des Auges zu tun haben und zu den verschiedensten optischen Täuschungen führen. Bei der vorliegenden Folie geht es um das Phänomen der Helligkeits- und Formkonstanz, das aufgrund verschiedener visueller Reize, die vom Auge an das Gehirn weitergeleitet und dort interpretiert werden, sich beim Menschen in bestimmten Situationen einstellt. Die Helligkeits- und Formkonstanz-Effekte lassen sich durch die Kanisza-Dreiecke²⁴ gut verdeutlichen. Die Betrachtungen zum Thema „Optische Täuschungen“ helfen zu erkennen, was bei der Konstruktion eines visuellen Systems zu berücksichtigen ist, damit es vom Benutzer richtig interpretiert werden kann. Mit den Ausführungen soll gezeigt werden, daß der Mensch bestimmte Dinge anhand vorgefertigter Schemata erfaßt, die aufgrund seines Vorwissen vorhanden sind. Dieses Vorwissen hindert gleichzeitig aber auch daran, Dinge so zu sehen, „wie sie wirklich sind“.

Die zu vermittelnden Konstanzphänomene werden durch verschiedene graphische Beispiele beschrieben. Dabei steht die Verdeutlichung und Verstärkung der einzelnen Phänomene im Vordergrund. Die Darstellung der Kanisza-Dreiecke mit einer Folie erscheint hierfür sinnvoll, da allen Lernenden zunächst die gleiche Bildinformation zukommt. Wie bereits beschrieben, enthält diese Art der Bildinformation aber nicht für alle Betrachter die gleiche Bedeutung und führt zu unterschiedlichen Interpretationen. Durch die starre Bildstruktur lassen sich verschiedene Faktoren, die die Phänomene auslösen, nicht verdeutlichen. Das Phänomen der Helligkeit- und Formkonstanz wird durch die Darstellung der Kanisza-Dreiecke in Abbildung 4.2 somit nicht vollständig erfaßt. Es stellt sich beispielsweise die Frage, wann für den Betrachter die optische Täuschung zu erkennen und welche Lage bzw. Form der dargestellten Objekte dafür ausschlaggebend ist.

²³ Für nähere Erläuterungen siehe Hasebrook (1995), S. 19ff.

²⁴ Benannt nach ihrem Erfinder und zum ersten Mal 1955 beschrieben.

Ist es zum Beispiel ausreichend, wenn sich ein bestimmtes Objekt in seiner Position ändert, damit der Effekt für den Betrachter eintritt? Beeinflussen vielleicht noch weitere Faktoren die Wahrnehmung, und wenn ja, wie lassen sich diese verdeutlichen? Es kann auch von Interesse sein, ob sich die optische Täuschung nur auf die Kanisza-Dreiecke beschränkt oder sich aber auch durch andere Figuren einstellt und wie bestimmte Farbveränderungen eine Rolle spielen. Auch die Veränderung der Farbhelligkeit einzelner Objekte, die das Phänomen der Helligkeitskonstanz verdeutlichen sollen, kann Gegenstand der Betrachtungen sein. Diese Sichtweisen und Fragen, die zur Verdeutlichung der Konstanzphänomene ausschlaggebend sind, lassen sich mit der vorliegenden Folie nicht präzisieren und erfordern weitreichendere Darstellungsmöglichkeiten.

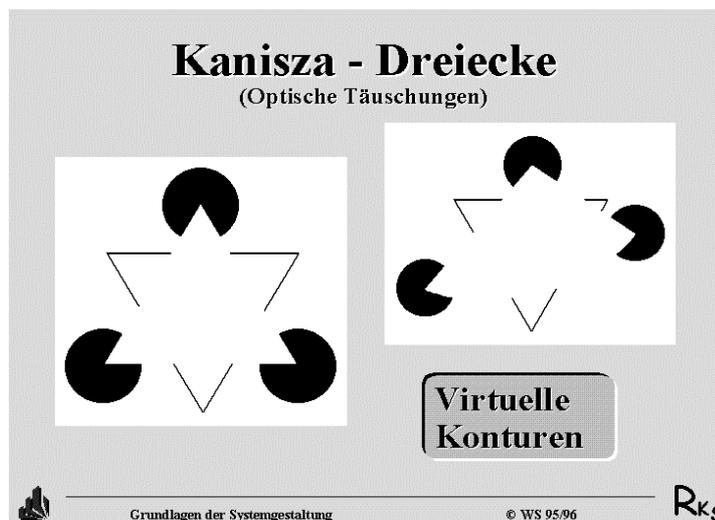


Abbildung 4.2: Anhand der Kanisza-Dreiecke sollen die Phänomene Helligkeit- und Formkonstanz verdeutlicht werden.

Die Informationsverdeutlichung und Verstärkung zum Phänomen der Formkonstanz können durch die Einflußnahme auf die einzelnen Kreissegmente erhöht werden. Der Lehrende sollte in der Lage sein, nach seinem Ermessen die Größe, den Winkel, die Position und die Farbe des Kreissegments sowie den dazugehörigen Hintergrund zu verändern, was die optische Täuschung in ihrer Erscheinungsform beeinflusst. Durch eine schrittweise Veränderung der einzelnen Kreissegmente und einer daraus resultierenden Visualisierung, die in ihrer zeitlichen Ausführung und Reihenfolge ebenfalls zu beeinflussen sein sollte, kann das Phänomen der Formkonstanz experimentell veranschaulicht werden. Der Lehrende sollte weiterhin die Möglichkeit haben, die verschiedenen Aktionen zu steuern, um auf denkbare Äußerungen seitens der Zuhörer reagieren zu können. Die Darstellung weiterer Kanisza-artiger Figuren, die sich auch in ihrer Form und Lage beeinflussen lassen, wäre ein weiteres Stilmittel. Bei der Visualisierung der einzelnen Kreissegmente bieten sich zwei verschiedene Möglichkeiten an. Die einfachste Art ist die direkte Darstellung, die sich durch die Parameteränderungen ergibt. Der Betrachter sieht die ursprüngliche Form und einen Augenblick später die modifizierte. Der Veränderungsprozeß wird nicht beschrieben.

Um jedoch den Zeitpunkt für das erste Auftreten der optischen Täuschung festhalten zu können, müssen die Veränderungen Schritt für Schritt dem Betrachter vermittelt werden. Dies ließe sich durch einzelne Bildsequenzen realisieren.

Das Phänomen der Helligkeitskonstanz wird bei der vorliegenden Folie durch die drei offenen Dreiecke verdeutlicht. Für den Lehrenden ist es sicher sinnvoll, wenn er die einzelnen Dreiecke nach seinem Ermessen in die vorhandene Darstellung einblenden kann, um das Phänomen besser erklären zu können.

Der Einsatz von Animation beschränkt sich bei der Visualisierung der Kanisza-Dreiecke zum größten Teil auf die Manipulation der Kreissegmente. Die erste Variante, die eine Aufhebung der optischen Täuschung erreichen soll, läßt sich durch eine einfache Drehung der einzelnen Kreissegmente um einen bestimmten Winkel realisieren. Die Möglichkeit der Rotation eines beliebigen Objektes ist eine Standardoperation der Animationstechnik und kann durch den Computereinsatz einfach verwirklicht werden. Dabei ist es wichtig, daß bei der Realisierung durch die Angabe des Rotationswinkels und der Rotationsgeschwindigkeit die Drehung beeinflußt und sie auch beliebig oft verändert werden kann. Die Möglichkeit einer gleichzeitigen Rotation mehrerer Kreissegmente ist ebenfalls denkbar.

Die andere Variante beschäftigt sich mit der Erzeugung der optischen Täuschung. Hierbei ist es nötig, daß die einzelnen Kreissegmente durch eine Rotation und zugleich einer Veränderung der Segmentgröße in die erforderliche Lage gebracht werden können, damit der Eindruck einer Kanisza-artigen Figur entsteht. Dies erfordert jedoch die Möglichkeit einer Eingabe und Verarbeitung von Parameterwerten, die, in welcher Form auch immer, von den jeweiligen Autorenwerkzeugen zur Verfügung gestellt werden müssen.

Um den Wahrnehmungsprozeß der optischen Täuschung steuern zu können, müssen einige Kontrollmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Man sollte in der Lage sein, den Ablauf der Rotation, den Rotationswinkel und die Rotationsgeschwindigkeit der Kreissegmente während der Präsentation zu beeinflussen. Die einfachste Form ist die Bereitstellung einer Reihe von fest vordefinierten Rotationswinkeln und Rotationsgeschwindigkeiten, aus denen man auswählen kann. Diese werden einmalig erstellt und lassen sich während der Präsentation nicht verändern.

Die beliebige Eingabe von Parameterwerten, die den Ablauf der Rotation beeinflussen, bietet mehr Freiraum für den Dozenten. Dies erfordert aber eine Berechnung der einzelnen Objektveränderungen während der Laufzeit, was die technische Umsetzung weitaus schwieriger macht. Die Eingriffsmöglichkeit in eine laufende Rotationsbewegung durch den Benutzer, die zum Beispiel eine Orientierungsänderung, eine Geschwindigkeitsänderung oder aber einen Abbruch der Animation hervorrufen soll, ist ebenfalls machbar.

4.3 Folienpräsentation zum Thema „Sequentialität vs. Gestalt“

Dieses Thema beschäftigt sich mit den Aspekten der Informationsweitergabe und Wissensvermittlung. Dabei stehen die Gestaltungsaspekte von Wort und Bild im Vordergrund, die verschiedene Merkmale aufweisen und auf die menschliche Wahrnehmung Einfluß haben. Gerade die bildliche Informationspräsentation beinhaltet eine Anzahl von Besonderheiten, die auf die Verstehens- und Merkleistung des Betrachters einwirken. Damit verbunden ist die Betrachtung des Prozesses der menschlichen Bildverarbeitung, der von Hasebrook in seinem Buch „Multimedia-Psychologie“ dargestellt wird. Die Beschreibung von Sachverhalten durch das gesprochene oder geschriebene Wort ist ein sequentieller Vorgang und ermöglicht Kausalzusammenhänge direkt zu benennen. Im Gegensatz hierzu ist die Bildbeschreibung räumlicher Ausprägung und stellt Kausalzusammenhänge implizit durch die Anordnung einzelner Bildelemente dar. Die Abstraktionsmöglichkeiten, die Bedeutungsrepräsentation und die Bedeutungerschließung sind weitere Aspekte, die bei der Informationspräsentation durch Wort und Bild unterschiedlichen Einfluß haben. Die Folie in Abbildung 4.3 beschäftigt sich nicht direkt mit den unterschiedlichen Merkmalen der Wort- und Bilddarstellung, sondern mit der Frage, ob sich die räumliche Darstellung von Sachverhalten gegenüber der zeitlich-sequentiellen in irgendeiner Form unterscheidet. Es geht hierbei in erster Linie um die adäquate räumliche Gestaltung von Texten und Graphiken/Bildern, die den Handlungsraum für den Benutzer eines Computersystems ausmachen.



Abbildung 4.3: Diese Folie beschreibt die Vorteile der räumlichen Präsentation gegenüber der zeitlich-sequentiellen. Die Bewegung des Loches in der schwarzen Pappe wird durch eine dynamische Aussage beschrieben.

Um die Unterschiede zwischen der räumlichen und zeitlich-sequentiellen Darstellung zu verdeutlichen, wird das obige graphische Beispiel eingesetzt, das die zeitlich-sequentielle Präsentationsform jedoch nur unzureichend beschreibt. Auch hier steht die Informationsverdeutlichung und Verstärkung im Vordergrund, die sich aber durch den dynamischen Charakter des ausgewählten Beispiels mit der Folienpräsentation nur schlecht einstellt.

Die Präsentation von beobachtbarem Wissen, welches mit dynamischen Veränderungen einhergeht und durch eine starre Text- und Bildbeschreibung realisiert wird, ist mit gewissen Problemen für den Lehrenden und die Lernenden verbunden.

Der Versuch des Heranführens an die Problematik der zeitlich-sequentiellen Darstellungsform durch direkte Erfahrungswerte auf Seiten der Studierenden ist mit dieser Folie nicht möglich. Das Problem hierbei läßt sich bereits am vorliegenden Text erkennen, der den eigentlichen dynamischen Prozeß durch eine dynamische Beschreibung zu erklären versucht. Die Bewegung der schwarzen Pappe kann aufgrund der starren Folienpräsentation für den Betrachter nicht realisiert werden. Er ist auf eine Beschreibung durch den Lehrenden angewiesen und muß sich seine eigene Vorstellung von den dynamischen Veränderungen machen. Verschiedene Faktoren, die ein Erkennen der Gestalt auf der hellen Pappe unmöglich machen, können somit nicht dargestellt werden.

Spielen Faktoren bei der Wahrnehmung, wie die Größe des Loches in der schwarzen Pappe, die Art und Weise des Bewegungsablaufes und die Geschwindigkeit, die Form und Größe der zu erkennenden Gestalt auf der hellen Pappe, eine Rolle? Ist die Erkennungsleistung bei jeder Person unterschiedlich? Diese Fragen, die während der Lehrveranstaltung auftreten können, lassen sich mit dieser Folie nicht umsetzen. Der Dozent kann nur verbal darauf antworten. Der experimentelle Charakter in Form einer Verifikation der vermittelten Hintergrundinformationen durch die Studierenden ist nicht gegeben. Die Folie dient mehr oder weniger für eine Zusammenfassung und Wiederholung der verbalen Äußerungen des Dozenten.

Das Hauptproblem bei der Präsentation stellt die fehlende Bewegung dar. Wünschenswert wäre eine direkte Steuerung einzelner Bewegungsabläufe. Dabei sollte sich die Geschwindigkeit und die Form des zu bewegenden Objektes frei festlegen lassen. Bei der hier vorliegenden schwarzen Pappe ist die Wahl der Lochgröße ein Faktor für das Erkennen der Gestalt auf der hellen Pappe und sollte deshalb zur Verfügung stehen. Durch diese Manipulationsmöglichkeiten ist der Lehrende in der Lage, den Erkennungsprozeß der Gestalt zu beeinflussen und die Wirkung einer zeitlich-sequentiellen Präsentation auf den Betrachter schrittweise zu erklären. Mit welchen Mitteln dies geschehen kann, wird im darauffolgenden Kapitel beschrieben. Außer einem sichtbaren Bewegungsablauf sind noch weitere wünschenswerte Verbesserungen denkbar.

Wie bereits bei den Defiziten zu der vorliegenden Folie erwähnt, sind einige Veränderungen und Interaktionsmöglichkeiten hilfreich, wenn es um die Unterstützung eines Interaktionsprozesses geht. Der Lehrende sollte zum Beispiel in der Lage sein, die Gestalt auf der hellen Pappe verändern zu können. Dadurch läßt sich der Vorteil der räumlichen Präsentation gegenüber der zeitlich-sequentiellen an verschiedenen Formen festmachen, um die Gestaltunabhängigkeit dem Betrachter zu vergegenwärtigen. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die einzelnen Aktionen vom Vortragenden abgebrochen und wiederholt werden können, um auf bestimmte Veränderungen zu reagieren.

Die Darstellung der verschiedenen Bewegungsabläufe der schwarzen Pappe ist der Hauptgegenstand der technischen Umsetzung, die sich mit Hilfe der Animation realisieren läßt. Die einzelnen Bewegungen können durch die Grundoperationen der Animationstechnik umgesetzt werden, die sich auf ein beliebiges Objekt in Form einer Links-, Rechts-, Oben-, Unten- und Diagonalverschiebung anwenden lassen. Bei der Umsetzung ist es deshalb notwendig, daß die einzelnen Verschiebungsarten durch Positionsangaben in Form von Parameterwerten realisiert werden können. Gleiches gilt für eine Objektbeschleunigung bzw. Objektverlangsamung, die für das Erkennen der Gestalt auf der hellen Pappe ausschlaggebend sind. Auch hier ist es notwendig, daß der Bewegungsablauf durch bestimmte Wertzuweisungen beeinflußt werden kann.

Durch die Unterstützung des Rechners lassen sich diese Operationen schnell und einfach auf ein vordefiniertes Objekt anwenden und verschiedene Parameter für den Ablauf angeben. Wichtig hierbei ist die Möglichkeit der Objektveränderung, wie etwa die Vergrößerung des Loches, die aber einen vorher definierten Bewegungsablauf nicht beeinflussen darf. Gleiches gilt für eine Veränderung der Gestalt auf der hellen Pappe. Diese Modifikationen sollten möglichst einfach zu realisieren und auch beliebig oft zu wiederholen sein.

Die einfachste Art, auf den Bewegungsablauf der schwarzen Pappe Einfluß zu nehmen, ist die Bereitstellung von Kontrollfeldern, die eine Auswahl verschiedener Abläufe und Objektveränderungen mittels Tastatur, Maus oder Touchscreen ermöglichen, die Objektgeschwindigkeit steuern sowie einen Abbruch und eine Wiederholung zu lassen. Etwas komplizierter stellt sich die Situation dar, wenn der Lehrende direkt den Bewegungsablauf beeinflussen möchte.

Durch die Eingabe einzelner Parameterwerte, die die Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit verändern, wird die Animation jeweils neu berechnet und dann visualisiert. Gleiches gilt bei der uneingeschränkten Veränderung der Lochgröße. Die flexibelste Kontrollmöglichkeit ist jedoch die direkte Führung der schwarzen Pappe in Form einer Mausebewegung. Hier kommt bereits der Charakter der Echtzeit-Animation zum Tragen, der einen erheblichen Aufwand bei der Umsetzung erfordert.

4.4 Folienpräsentation zum Thema „Gestaltgesetze“

Die Folie, die in Abbildung 4.4 zu sehen ist, vermittelt einen Überblick über einige Gestaltgesetze, die in der Gestalttheorie als psychologische Grundlage dafür angesehen werden, wie der Mensch seine Umwelt wahrnimmt. Es stellt sich hier die Frage, wie der Mensch verschiedene Gegenstände, die sich in seinem Gesichtsfeld aufbauen, identifiziert und sich somit ein genaues Bild von seiner Umwelt machen kann. In der Gestaltpsychologie, die ihren Beginn mit Max Wertheimer im Jahre 1912 findet, wird diese Identifizierung dadurch beschrieben, daß das visuelle System des Menschen Teile der Umwelt nach bestimmten Gesetzen gruppiert. Diese Gruppierung kann aber auch dazu führen, daß bestimmte Dinge nicht wahrgenommen oder aber falsch interpretiert werden.²⁵ Diese Betrachtungen dienen dazu, die verschiedenen Faktoren bei der Bereitstellung eines Handlungsraumes für den Benutzer eines Computersystems dem Entwickler zu vergegenwärtigen. Dabei spielt die Erscheinungsform des Systems eine wichtige Rolle, die bestimmte Handlungskonventionen in sich vereint. Durch die Beschreibung der Gestaltgesetze wird zum Beispiel der Versuch unternommen, Fehlinterpretationen aufgrund falsch gewählter Darstellungsformen aufzudecken, die Fehlhandlungen seitens des Benutzers hervorrufen können.²⁶

Die Beschreibung der einzelnen Gestaltgesetze und ihre Wirkung steht hier im Vordergrund der Wissensvermittlung. Die vorhandene Folie beinhaltet mehrere graphische Darstellungen, die die verschiedenen Merkmale der Gesetze visuell verdeutlichen sollen. Die Folienpräsentation entbindet den Dozenten von der Aufgabe, die einzelnen graphischen Objekte als Tafelbild veranschaulichen zu müssen, und unterstützt ihn bei seinen verbalen Ausführungen. Der theoretische Hintergrund wird durch die einzelnen Graphikbeispiele in eine verständliche Form gebracht und erfährt dadurch eine Vereinfachung. Die Folie stellt eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Merkmale der vier Gestaltgesetze dar. Dabei treten verschiedene Defizite auf, die sich aufgrund der kompakten Darstellung ergeben und den Erfahrungswert für die Studierenden reduzieren.

²⁵ Man denke hier an die Tarnfärbung mancher Tiere und deren Wirkung, die sich mit den Gesetzen erklären läßt.

²⁶ Für weitere Erläuterungen siehe Rock, Palmer (1991).

Zunächst läßt sich festhalten, daß die einzelnen graphischen Beispiele den eigentlichen Prozeß der Wahrnehmung nicht verdeutlichen. Es wird die verbale Beschreibung des Vorgangs der Gruppierung direkt in eine visuelle Form transferiert, durch die der Betrachter eine Gruppierung bereits wahrnimmt. Der eigentliche Prozeß läßt sich durch die Folienpräsentation nicht realisieren. Die auf der Folie abgebildeten Kreise und Sechsecke, die durch ihre Anordnung eine Zeilen- und Spaltenbildung dem Betrachter visualisieren, dienen als graphisches Mittel zur Beschreibung des Gruppierungsgesetzes der Nähe.

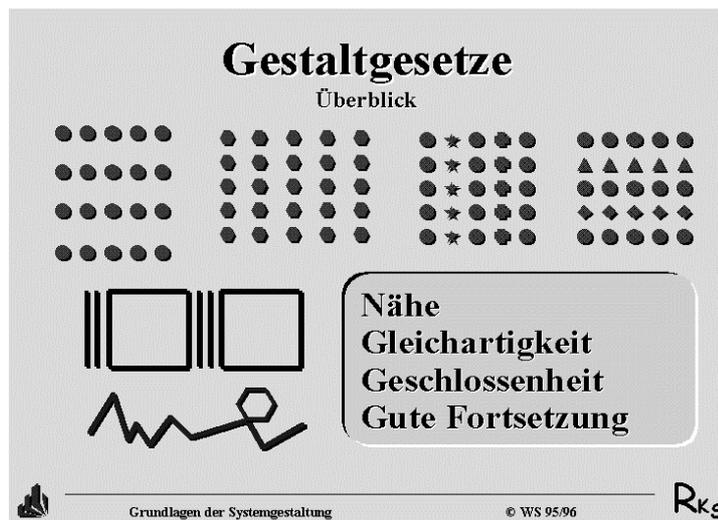


Abbildung 4.4: Die Folie gibt einen Überblick der Gruppierungsgesetze, die als psychologische Grundlage dafür angesehen werden, wie der Mensch bestimmte Gegenstände in seiner Umwelt wahrnimmt und interpretiert.

Hierbei besteht das Problem, daß durch die fest vordefinierte Anordnung der Objekte dem Betrachter der eigentliche Effekt der Gruppierung nach dem Gesetz der Nähe verborgen bleibt. Das Verhältnis zwischen den senkrechten und waagerechten Abständen der einzelnen Objekte zueinander ist hierfür ausschlaggebend. Dies läßt sich hier aber nur durch einen fest vordefinierten Abstand andeuten. Weiterhin stellt sich die Frage, ob eine bestimmte Objektanordnung von verschiedenen Betrachtern auch unterschiedlich wahrgenommen wird und durch welche Faktoren sie bestimmt wird. Es kann außerdem von Interesse sein, wie die Wahrnehmung sich ändert, wenn im gleichen Schritt die Perspektive geändert wird.

Ähnliche Probleme tauchen bei der Darstellung zum Gesetz der Gleichartigkeit, der Geschlossenheit und der guten Fortsetzung auf. Die verschiedenen Wahrnehmungsmöglichkeiten und ihre Entstehung lassen sich auch hier nur verbal andeuten oder werden durch zusätzliche graphische Darstellungen an der Tafel bzw. auf der Folie erläutert. Die Möglichkeit, zusätzliche Beispiele schnell zu erzeugen, die sich aus einem Interaktionsprozeß zwischen dem Lehrenden und den Zuhörern ergeben, ist nur durch einen zeichnerischen Mehraufwand machbar.

Um das Gesetz der Nähe besser vermitteln zu können, ist es sicherlich von Vorteil, die Anordnung der einzelnen Graphikobjekte und deren Position festzulegen. Auch eine Änderung der Perspektive sollte möglich sein. Die einzelnen Modifikationen sollten schrittweise zu erkennen sein, um den Wahrnehmungsprozeß zu unterstützen. Eine Auswahl an verschiedenen Objektformen, die sich in ihrer Größe und Farbe verändern lassen, kann hier ebenfalls helfen.

Das Gesetz der Gleichartigkeit läßt sich durch einen Prozeß verdeutlichen, der den Übergang von einer ungeordneten Menge von Graphikobjekten in eine teilgeordnete veranschaulicht. Dabei sollte es dem Lehrenden möglich sein, die einzelnen Objekte frei plazieren zu können und ihre Anzahl, Form, Größe und Farbe zu verändern. Somit können einige Anordnungen erzeugt werden, welche die Wahrnehmung beim Betrachter beeinflussen.

Das Gesetz der Geschlossenheit kann ebenfalls durch einen dynamischen Prozeß realisiert werden, der den Übergang einer bestimmten Gestalt in eine andere visualisiert. Im vorliegenden Fall sind eine bestimmte Anzahl von Längs- und Querstrichen zu erkennen, die bereits die Gestalt eines Quadrates bilden. Denkbar hierbei wäre eine Darstellung einer bestimmten Anordnung dieser Längs- und Querstriche, die sich dann zu einer bestimmten Figur formieren. Dies kann Schritt für Schritt dem Betrachter visualisiert werden. Der Dozent sollte in der Lage sein, verschiedene Formen bilden zu können, die von den Studenten dann in einem Wahrnehmungsprozeß erkannt werden. Das Gesetz der guten Fortsetzung, welches auf der Folie durch eine Zick-Zack-Linie beschrieben wird, kann durch das schrittweise Zeichnen dieser Linie dem Betrachter veranschaulicht werden. Der Lehrende ist somit in der Lage, die einzelnen Fortsetzungsmöglichkeiten zu verdeutlichen. Es ist zum Beispiel denkbar, daß der Aufbau der Zick-Zack-Linie zunächst mit der Schlaufe visualisiert wird und daran anschließend erst die Linie eingezeichnet und zum Schluß die Schlaufe angepaßt wird. Somit werden die beiden unterschiedlichen Fortsetzungsmöglichkeiten dem Betrachter vor Augen geführt. Auch das Zeichnen neuer Graphikbeispiele (wie die Zick-Zack-Linie auf der vorliegenden Folie und die Darstellung der verschiedenen Fortsetzungen) ist vorstellbar.

Die Umsetzung der einzelnen Gestaltgesetze erfordert, außer den grundlegenden Operationen der Animationstechnik, weitere Objektmanipulationen. Für die Darstellung des Gesetzes der Nähe ist es notwendig, daß die Bewegung der einzelnen Graphikelemente zur Zeilen- und Spaltenbildung nur einmal definiert werden muß und sich auf alle Elemente gleich auswirkt. Um die Zeilen- und Spaltenbildung zu erzeugen, reicht es aus, daß die Positionsveränderung der Objekte durch Links-, Rechts-, Oben- und Unterverschiebung erzielt wird. Dieser einfache lineare Bewegungsablauf ist um so schwieriger zu realisieren, je umfangreicher die Interaktionsmöglichkeiten gewählt werden. Die beliebige Zeilen- und Spaltenwahl erfordert eine Positionsberechnung in Abhängigkeit der vorhandenen Objektdistanzen. Weitaus schwieriger gestaltet sich die Umsetzung, wenn es um eine freie Wahl und Positionierung der Graphikobjekte geht. Bei der Entwicklung müssen bestimmte Funktionen zur Verfügung stehen, die solche Interaktionsformen ermöglichen.

Die Möglichkeit einer Anordnung der verschiedenen Graphikobjekte, um das Gesetz der Gleichartigkeit zu verdeutlichen, beschränkt sich zum größten Teil auf Positionsveränderungen, die sich wie beim Gesetz der Nähe durch die verschiedenen Verschiebeoperationen oder aber durch eine feste Positionierung realisieren lassen. In beiden Fällen ist es erforderlich, daß die Objekte zum Beispiel durch die Angabe von Punktkoordinaten positioniert werden können. Eine einfache Zeilen- oder Spaltenanordnung, die man in der Reihenfolge nicht beeinflussen kann, ist durch einen einfachen Überblendeffekt möglich. Die Zeilen- bzw. Spaltenanordnung wird in Form einer vorher fest definierten Zeichnung über die ungeordnete Ansicht gelegt. Die freie Positionierung der einzelnen Elemente bzw. einer Elementgruppe kann durch ein Auswahlmü oder durch Eingabe von Parameterwerten erreicht werden, wobei letzteres eine Positionsberechnung erfordert. Eine Erzeugung und Veränderung von Graphikobjekten während der Präsentation kann ebenfalls durch ein Auswahlmü verwirklicht werden. Somit lassen sich bestimmte Graphikobjekte bezüglich ihrer Form, Größe oder Farbe verändern. Das Bereitstellen eines solchen Handlungsraumes ist von den technischen Möglichkeiten des zur Entwicklung herangezogenen Autorenwerkzeugs abhängig und beeinflußt somit den Arbeitsaufwand für den Lehrenden.

Die Umsetzung des Bewegungsablaufes zum Gesetz der Geschlossenheit kann in ähnlicher Weise wie bei den vorherigen Gesetzen erreicht werden. Auch hier genügen die fünf verschiedenen Operationen zur Objektverschiebung, die durch ihre Hintereinanderausführung einen beliebigen Bewegungsablauf erlauben. Für die Erzeugung einer geschlossenen Form aus Graphikelementen ist es hierbei notwendig, daß die einzelnen Operationen durch direkte Positionierungsangaben angewendet werden können. Die Realisierung mehrerer Objektanordnungen, die das Gesetz der Geschlossenheit deutlich machen sollen, kann durch eine Auswahl von fest vordefinierten Formen oder aber durch eine freie Positionierung einzelner Elemente vollzogen werden.

Der Aufbau der Zick-Zack-Linie beim Gesetz der guten Fortsetzung kann durch einen Visualisierungseffekt umgesetzt werden, der schrittweise die Linienkonturen von links nach rechts einblendet. Dadurch hat es den Anschein, als würde die Linie geradewegs gezeichnet. Dieser Effekt und eine Vielzahl anderer wird von vielen Auto-
renwerkzeugen unterstützt und läßt sich deshalb einfach umsetzen. Für die Anpassung des Sechsecks lassen sich wieder die fünf Verschiebeoperationen der Animationstechnik einsetzen, wobei die Bestimmung der Endposition des Sechsecks Schwierigkeiten bereitet. Es ist deshalb notwendig, daß sich die Objektpositionen durch ihre x-y-Koordinaten identifizieren lassen, um eine schnelle Anpassung zu erreichen. Die Erzeugung weiterer Objekte kann wiederum mit einem Auswahlmenü geschehen oder aber durch eine Zeichenfunktion bewerkstelligt werden. Es gibt Hypermediawerkzeuge wie etwa HM-Card, die es dem Benutzer während der Präsentation erlauben, Linien und andere Formen zu erzeugen.

4.5 Folienpräsentation zum Thema „Bildschirm-Layout“

Das Thema „Bildschirm-Layout“ befaßt sich mit einer konkreten Anwendbarkeit der verschiedenen Gestaltgesetze. Anhand einer Foliensequenz werden den Studierenden verschiedene Gestaltungsmerkmale aufgezeigt, die das Wahrnehmungsfeld strukturieren und somit die Darstellung einer beabsichtigten Gestalt positiv beeinflussen. Die hier vorliegende Folienpräsentation zeigt exemplarisch die schrittweise Umsetzung dieser Gestaltungsmerkmale anhand einer Bildschirmmaske²⁷, die durch optische Veränderungen erreicht werden. Durch die einzelnen Folien ist der Lehrende in der Lage, die notwendigen Veränderungen zu beschreiben und das Ergebnis einer Modifikation der Text- und Graphikobjekte und deren Wirkung auf den Betrachter zu visualisieren. Problematisch gestaltet sich aber das gemeinsame Erarbeiten und Umsetzen von Veränderungsvorschlägen anhand der vorproduzierten Folien. Nachstehend werden nun diese Problematik kurz erörtert und verschiedene Maßnahmen für eine flexiblere Präsentation vorgeschlagen.

Bei der Präsentation der sieben Folien spielt der zeitlich-sequentielle Charakter eine erhebliche Rolle. Die Folien werden nacheinander aufgelegt und vermitteln dem Betrachter bereits den fertigen Veränderungsprozeß. Dadurch wird es schwierig, die einzelnen Veränderungsschritte und ihre Auswirkungen in Beziehung zu setzen. Weiterhin wird durch die Folienpräsentation die Interaktion zwischen dem Dozenten und den Studenten erschwert. Ein gemeinsames Erarbeiten von Veränderungsvorschlägen zu den einzelnen Folien ist zwar ohne weiteres möglich, ihre optische Umsetzung bereitet aber einige Schwierigkeiten. Als Beispiel sei hier die in Abbildung 4.5 dargestellte Bildschirmmaske erwähnt, die in einem ersten Schritt durch Spaltenbildung eine bessere Struktur erhalten soll. Ein Interaktionsprozeß könnte nun so ablaufen, daß der Dozent einige Veränderungsvorschläge von Seiten der Studierenden sammelt und diese auch optisch umsetzen möchte. Dies ist jedoch bei der vorliegenden Folie nicht möglich, da sich die einzelnen Eingabefelder nicht wie bei einer Tafelzeichnung wegwischen lassen. Dem Dozent bleibt also nur die Möglichkeit, mit einem Tafelbild oder aber vorgefertigter Eingabefelder, die er auf dem Overhead-Projektor frei anordnen kann, die gewünschten Veränderungen zu visualisieren. Der Wunsch nach größtmöglicher Flexibilität ist hier mit einem enormen Mehraufwand für den Dozenten verbunden und läßt sich in dieser Form an manchen Stellen nur sehr schwer umsetzen.

Die verschiedenen Gestaltungsmerkmale, die durch die einzelnen Folien beschrieben werden, beinhalten zum größten Teil optische Veränderungen, die mit der Anordnung einzelner Text- und Graphikelemente zu tun haben. Diese Veränderungen wirken sich zumeist auf mehrere Elemente gleichzeitig aus, was es für den Betrachter schwierig macht, sie nachzuvollziehen. Deshalb stellt sich nun die Frage, mit welchen Methoden man diese dynamischen Veränderungen besser beschreiben kann. Gerade bei der Neuordnung einzelner Objekte wäre es sicherlich von Vorteil, wenn der Dozent die Positionsveränderung in Form eines Bewegungsablaufes demonstrieren könnte.

²⁷ Siehe Abbildung 4.5.

Der Betrachter sieht zunächst die ursprüngliche Anordnung und kann dann die Positionsveränderung schrittweise verfolgen. Dies läßt sich zum Beispiel bei der vorliegenden Bildschirmmaske²⁸ für die Gestaltungsmerkmale Spaltenbildung, Elementausrichtung und Gruppierung umsetzen.

Bildschirm-Layout
Keine Anwendung von Gestaltgesetzen

Auftragsingang: Bearbeiter:
 Kunde: Kundennummer.:
 Auftragsnr.: Rabattierung:
 Zahlung: Bemerkung:
 Lieferung:

#	Menge	Artikel	Preis
-	-	»... vorhergehende Seite	
5	Stck.	Daumendecken (Fliederfarben)	236,50
12	Kg.	Gänsedaunen (China-Import, mittlere Dichte)	1123,60
4	Rollen	Nähseide (Farbsortiment 25B)	12,30
-	-	!... nächste Seite	

Grundlagen der Systemgestaltung © WS 95/96 Rks

Abbildung 4.5: Anhand von sieben Folien wird der Aufbau einer Bildschirmmaske durch Anwendung der Gestaltgesetze dargestellt. Die hier vorliegende Maske weist keinerlei Struktur auf, was im nächsten Schritt zur Spaltenbildung der einzelnen Text- und Graphikelemente führt.

Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist eine schrittweise Überlagerung der einzelnen Text- und Graphikobjekte, die sich insbesondere bei Gestaltveränderungen anbietet. Es stellt sich hier nun die Frage, in welcher Form der Dozent weiterhin Einfluß auf den Verlauf des Veränderungsprozesses nehmen kann. Sollen die einzelnen Veränderungen gemeinsam mit den Studierenden erarbeitet werden und auch optisch zu erkennen sein, so muß der Lehrende auf die verschiedenen Text- und Graphikelemente frei zugreifen und sie beliebig anordnen können. Dazu ist es jedoch notwendig, daß die Objekte einzeln zur Verfügung stehen und sich auch in ihrer Form verändern lassen.

Soll hingegen ausschließlich die Wirkung der Gestaltgesetze verdeutlicht werden, so reichen die zuvor beschriebenen Visualisierungsmöglichkeiten aus. Der Lehrende sollte aber dennoch die Möglichkeit haben, die einzelnen Text- und Graphikelemente nach seinem Ermessen zu steuern, um so eine Auswahl bzw. Wiederholung zu gewährleisten.

²⁸ Siehe Abbildung 4.5.

Für die Umsetzung der Gestaltungsaspekte kommen verschiedene Objektveränderungen und Objektbewegungen zum Einsatz. Die einzelnen Veränderungsprozesse zur Spaltenbildung, Elementausrichtung und Gruppierung lassen sich mit Hilfe einfacher Verschiebeoperationen der Animationstechnik verwirklichen. Dazu ist es notwendig, daß sich die Text- und Graphikobjekte beliebig positionieren lassen und der zeitliche Bewegungsablauf beeinflußt werden kann. Weiterhin ist es erforderlich, daß die Positionsveränderungen auf mehrere Objekte gleichzeitig anwendbar sind. Dies wird insbesondere an den Stellen benötigt, wo die einzelnen Text- und Graphikobjekte in ihren Positionen nur vertauscht werden sollen.

Die Möglichkeit der Objektveränderung ist ebenfalls von Bedeutung, da zum einen Gestaltungsaspekte (etwa das Einführen geeigneter Abkürzungen) realisiert und Anpassungen nach Objektbewegungen vorgenommen werden müssen. Diese Veränderungen beziehen sich auf das Verkleinern und Vergrößern, das Erzeugen und Löschen von Text- und Graphikelementen. Die Darstellung läßt sich schrittweise oder aber durch eine einfache Überlagerung vollziehen, wobei letztere mit Hilfe von verschiedenen Visualisierungseffekten möglich ist.

Weiterhin ist von Bedeutung, welche Kontrollstrukturen den Lehrenden während der Präsentation unterstützen sollen. Die einfachste Form besteht in der Bereitstellung einiger Navigationsfunktionen, mit denen der Lehrende die einzelnen Gestaltungsaspekte auswählen, beliebig oft wiederholen und die Veränderungen ausführen kann. Dazu müssen einmalig die verschiedenen Animationssequenzen erstellt werden, die sich dann aber während der Präsentation nicht verändern lassen.

Sollen die einzelnen Aspekte mit den Studierenden gemeinsam erarbeitet und auch visualisiert werden, so müssen die Objektbewegungen und Objektveränderungen an spezifischen Eingabewerten festgemacht werden. Dazu muß eine Interaktionsstruktur zur Verfügung stehen, die beliebige Texteingaben und Graphikveränderungen zuläßt.

4.6 Folienpräsentation zum Thema „Konsistenz“

Die in Abbildung 4.6 dargestellte Folie zeigt den Ausschnitt eines DOS-Menüs, an dem der Begriff der Konsistenz verdeutlicht werden soll. Der Begriff Konsistenz spielt in der Systemgestaltung eine wesentliche Rolle. Konsistenz ist die Grundlage für das Bereitstellen eines adäquaten Handlungsraumes für einen Systembenutzer und dient zur Unterstützung des dafür notwendigen kooperativen Entwicklungsprozesses. Sie ist eine Regel zur Oberflächengestaltung, ein wichtiger Punkt für die Lernförderlichkeit und stellt eine Relation zwischen Entwickler und Benutzer her.

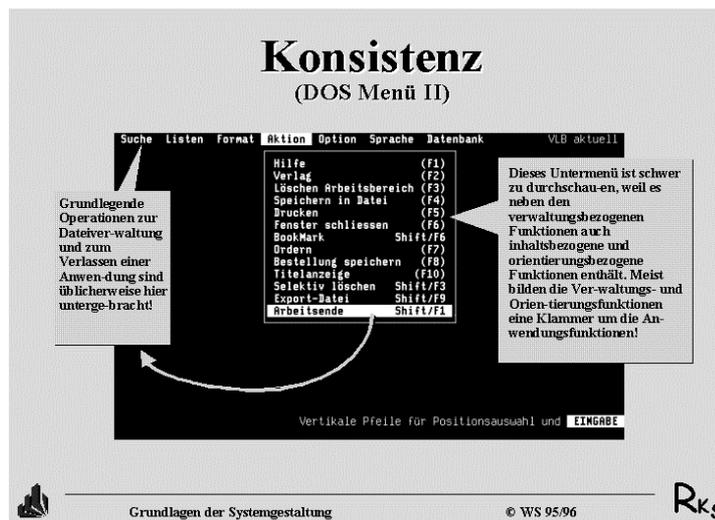


Abbildung 4.6: Fehlende Konsistenz führt zur unnötigen Suche nach bestimmten Funktionen und Operationen für den Benutzer. Dies läßt sich durch die vorliegende Folie nur teilweise andeuten.

Anhand des DOS-Menüs soll gezeigt werden, daß Konsistenzverzicht den Handlungsraum stark beeinflussen kann und sich der Benutzer in diesem nur schlecht zurecht findet. Die fehlende Konsistenz wird bei der vorliegenden Folie durch den unstrukturierten Aufbau des sichtbaren DOS-Fensters verdeutlicht. Inhaltlich zusammengehörige Funktionen und Operationen sind nicht zusammengefaßt und stehen zum Teil in einem unterschiedlichen Kontext in der Menüleiste. Die Präsentation dieser Folie dient der Veranschaulichung und Verdeutlichung des Begriffs der Konsistenz und unterstützt den Lehrenden bei seinen verbalen Ausführungen. Es tauchen aber Defizite auf, welche die Informationsverdeutlichung einschränken.

Die beiden Textfelder, die zu den Menüpunkten auf der Folie zusätzlich Hinweise geben, zeigen bereits die Schwierigkeiten bei der Präsentation derartiger Sachverhalte. Der Dozent vermittelt durch Text- und Bildbeschreibungen bestimmte Inhalte, die sich nicht beobachten lassen. Im vorliegenden Fall wird durch eine Textbox der Aufbau eines Menüpunktes beschrieben. Der Dozent ist nicht in der Lage, die einzelnen Menüpunkte, in denen inkonsistente Einträge vorhanden sind, den Studierenden optisch zu vergegenwärtigen.

Auch lassen sich nicht die Auswirkungen von fehlender Konsistenz durch ein Arbeiten mit dem DOS-Menü in Erfahrung bringen. Der dynamische Charakter, der dieser Art von Wissensvermittlung zugrunde liegt, kann durch eine Folienpräsentation nur unzureichend dem Betrachter veranschaulicht werden. Deshalb wäre es von Vorteil, wenn man die einzelnen Menüpunkte auswählen und verschiedene Veränderungen vornehmen könnte. Vorstellbar ist das gemeinsame Erarbeiten und Umgestalten einzelner Menüeinträge, welche die Konsistenz wiederherstellen, oder einfach nur die Suche nach einem bestimmten Menüeintrag. Dies muß nicht unbedingt in der Vorlesung geschehen, sondern kann in einer Übungsstunde realisiert werden. Die Studenten wären somit in der Lage, am konkreten Beispiel die in der Vorlesung vermittelten Sachverhalte nachzuvollziehen und eigene Verbesserungsvorschläge einzubringen.

Um den dynamischen Prozeß der Menüauswahl darstellen zu können, werden verschiedene Objektveränderungen und Visualisierungseffekte benötigt, die sich durch eine Kontrollstruktur steuern lassen. Die einzelnen Visualisierungseffekte beziehen sich auf das Ein- und Ausblenden von Menüleisten bzw. Menüeinträgen, die durch Farb- und Formveränderungen oder aber dem Löschen bzw. Wiederherstellen der Text- und Graphikelemente umgesetzt werden können. Um den Aufwand für die Erstellung der Menüeinträge zu reduzieren, sollten die Originaleinträge aus dem DOS-Menü in Form eines Screen Shots extrahiert und als Graphikobjekte frei platziert werden können.

Um die einzelnen Menüpunkte auswählen zu können, werden verschiedene Kontrollstrukturen benötigt. Die einfachste Form ist die Auswahl mit der Tastatur, wobei die Betätigung der Steuertasten ausgewertet werden muß, um das Ein- und Ausblenden der Menüeinträge zu erreichen. Gleiches gilt für die Auswahl mit der Maus oder ähnlicher Eingabegeräte. Etwas schwieriger gestaltet sich die Umsetzung, wenn es um die Veränderung der Menüeinträge geht. Dabei müssen Funktionen zur Verfügung gestellt werden, die eine beliebige Auswahl und Modifikation der Einträge zulassen.

5 Identifizierung von Basisanimationen

Die Betrachtungen im vorherigen Kapitel haben gezeigt, daß die Wissenspräsentation in Vorlesungen von dynamischen Prozessen begleitet wird, die aufgrund der zu vermittelnden Inhalte oder der Interaktion zwischen dem Dozenten und den Studierenden entstehen. Es sind Beispiele zweier ausgewählter Vorlesungen betrachtet worden, bei denen durch Animationen Verbesserungen ermöglicht werden. Derartige Animationen sind wie im vorliegenden Fall für verschiedene Vorlesungen sehr speziell und lassen sich auch nicht einfach erwerben. Auch wenn Multimedia-Anwendungen existieren, in denen brauchbare Animationen zu finden sind, können diese nicht ohne weiteres extrahiert und mit den anderen Vorlesungsmaterialien kombiniert werden. So bleibt also nur die Möglichkeit, die gewünschten Animationen selbst zu erstellen. Einfach zu bedienende Werkzeuge (etwa MS PowerPoint) reichen zu diesem Zweck nicht aus, da die notwendigen technischen Funktionen fehlen (s. Abschnitt 2.2.2). Multimedia-Anwendungen, wie sie typischerweise mit weitergehenden Autorenwerkzeugen wie Macromedia Director oder Toolbook erstellt werden, erfordern einen hohen Entwicklungsaufwand und werden zumeist von Entwicklerteams, in denen unterschiedliche Kompetenzen vorhanden sind, erstellt.²⁹ So etwas ist jedoch zu aufwendig, wenn man einzelne Animationen nur zur Veranschaulichung bestimmter dynamischer Aspekte für eine spezielle Lehrveranstaltung benötigt.

Mit dem Konzept der Basisanimationen soll untersucht werden, inwieweit auch in der Multimedia-Erstellung ungeübte Personen, durch Komposition einfach zu realisierender Basisanimationen, dynamische Abläufe selbst beschreiben können. Im Vordergrund steht dabei nicht eine ausgefeilte graphische Darstellung, sondern vielmehr die Umsetzung inhaltlicher Ideen, die in Zusammenhang mit einer Lehrveranstaltung, als Präsentationen innerhalb der Veranstaltung oder in Zusammenhang mit ergänzenden oder vertiefenden Materialien, eingesetzt werden können.

Das Konzept soll den Lehrenden bei der Auswahl der passenden Mittel zur Beschreibung von dynamischen Prozessen, die ihm durch die Computeranimation zur Verfügung gestellt werden, unterstützen und die verschiedenen Realisierungsmöglichkeiten aufzeigen. Damit verbunden ist die Frage nach dem technischen Aufwand zur Erstellung von Animationen mit einem geeigneten Autorenwerkzeug. Um die Entwicklungsarbeit möglichst gering zu halten, ist eine Reihe von Funktionen notwendig, die vom Autorenwerkzeug zur Verfügung gestellt werden sollten. Anhand der Basisanimationen lassen sich diese Funktionen festmachen und eventuelle Erweiterungen angeben, die nicht vom Programm unterstützt werden. Gerade für die Erstellung der einzelnen Animationen mit dem Hypermediawerkzeug HM-Card und einer damit verbundenen Analyse der technischen Möglichkeiten, die im 6. Kapitel beschrieben werden, ist diese Betrachtungsweise von Vorteil.

²⁹ Hier kommen Graphiker, Programmierer, Didaktiker, Designer etc. zusammen, die qualitativ hochwertige Multimedia-Anwendungen entwickeln.

Bisher wurde nur beschrieben, wie Basisanimationen den Lehrenden bei seinen Bemühungen zur Darstellung von dynamischen Prozessen unterstützen können. Was als eine Basisanimation angesehen werden kann und welche unterschiedlichen Formen existieren, ist noch nicht behandelt worden. Die Suche nach möglichen Antworten in der einschlägigen Literatur zum Thema Simulation und Computeranimation gestaltet sich äußerst schwierig. Es existiert eine Vielzahl von Veröffentlichungen, die sich mit den verschiedensten Visualisierungs- und Animationstechniken befassen. Dabei geht es um eine möglichst plastische Umsetzung von realen Objekteigenschaften,³⁰ die dann durch sehr aufwendige Berechnungsverfahren (Simulationsalgorithmen) animiert werden. Die hier zum Einsatz kommenden Animationen sind sehr komplex, da sie möglichst genau die reale Welt auf dem Computer abbilden sollen. Es sind Gesetzmäßigkeiten zu berücksichtigen, die den Einsatz der verschiedenen Animationstechniken beeinflussen.

Es stellt sich etwa die Frage, wie unterschiedliche Objekte in Beziehung gesetzt werden müssen, damit sie bei der Animation einen fließenden Bewegungsablauf ergeben, und welche Wechselwirkungen zwischen den Objekten durch die Animation entstehen.³¹ Weiterhin stellt sich das Problem der Umsetzung von physikalischen Vorgängen, die bei der Kollision und Deformation von Objekten sowie bei der Berücksichtigung der Gravitation auftreten.

Es wird hier bereits deutlich, daß die in der Literatur beschriebenen Animationen und damit verbundenen Techniken sich zumeist auf Objekte beziehen, die eine genaue Abbildung der realen Welt erreichen sollen. In keiner Veröffentlichung ist eine Übersicht von grundlegenden Animationen zu finden, die für einen Einsatz in einer Lehrveranstaltung herangezogen werden kann. Es werden zwar Versuche unternommen, Animationssysteme nach ihrer Funktionsvielfalt und Animationstechniken nach Einsatzbereichen zu ordnen, die für den Animator ein passendes Arbeitsumfeld bereitstellen und ihn bei seinem Bestreben nach möglichst realen Animationssequenzen unterstützen sollen. Einzelne Veränderungsmöglichkeiten und ihre Wechselwirkungen auf die Objekte lassen sich aber nur schwer ausmachen. Der Grund hierfür liegt in der Komplexität der Objekte und den vielen unterschiedlichen Einsatzbereichen der Computeranimation. Zweidimensionale Modelle sind wegen ihrer mangelnden Plastizität nicht mehr Gegenstand der Betrachtungen.³² Es werden deshalb in der heutigen Computeranimation dreidimensionale Modelle verwendet, die ein hohes Maß an Plastizität erkennen lassen. Als Beispiele seien hier die Beschreibung des menschlichen Bewegungsapparates, die Veränderung von Oberflächenstrukturen (etwa die Oberflächenbewegung von Flüssigkeiten) oder aber das Zusammenwirken unterschiedlichster physikalischer Phänomene mit Hilfe der Computeranimation erwähnt.

³⁰ Man denke hier an die Erzeugung von dreidimensionalen Modellen mit den Techniken der 3D-Computer-Graphik (Raytracing, Radiosity, etc.). Weitere Erläuterungen findet man bei Jung (1992).

³¹ Man stelle sich den Bewegungsablauf eines menschlichen Armes vor. Ober- und Unterarm müssen so in Beziehung gesetzt werden, damit eine realistische Bewegung entsteht. Näheres bei Jung (1992).

³² Vgl. Jung (1992).

Es lassen sich aber dennoch elementare Animationen angeben, die für eine Umsetzung von dynamischen Prozessen in der universitären Lehre eingesetzt werden können. Diese Basisanimationen werden nur für den zweidimensionalen Fall betrachtet, sind aber ohne weiteres auch auf den dreidimensionalen übertragbar. Der Grund hierfür liegt in dem Bestreben, einfache elementare Animationen anzugeben, mit denen der Lehrende bestimmte Sachverhalte nach seinem Ermessen beschreiben kann, die dann wiederum von einem geeigneten Werkzeug zur Verfügung gestellt werden sollten. Die Darstellung von dreidimensionalen Modellen ist jedoch auf dieser Grundlage ohne weiteres möglich, erfordert aber weitere Betrachtungen.

Nachfolgend sollen zunächst zwei Begriffe geklärt werden, die grundlegend für die weiteren Betrachtungen in diesem Kapitel sind. Dadurch ist es möglich, strukturelle Eigenschaften aus dem weitreichenden Einsatzgebiet der Computeranimation herauszufiltern, die dann im Anschluß zu einer Identifizierung von elementaren Animationen führen.

Objekt und Szene

Bei den bisher dargelegten Sachverhalten zur Computeranimation taucht immer wieder der Begriff des Objektes auf. Die Betrachtungen im vorherigen Kapitel haben gezeigt, daß es sich bei der Realisierung von dynamischen Prozessen mit Hilfe der Animation im wesentlichen um Objektveränderungen handelt. Grund genug, sich mit dem Begriff des Objektes kurz zu beschäftigen, der für eine Identifizierung im nächsten Abschnitt herangezogen wird.

Es handelt sich hierbei im wesentlichen um graphische Objekte, die sich auf verschiedene Art und Weise erzeugen und auf dem Bildschirm anzeigen lassen.³³ Dies hat zur Folge, daß nur bestimmte Objektmanipulationen möglich sind, die sich auch auf die Qualität der Objektdarstellung auswirken. Mit Hilfe eines Graphikeditors können zwei- und dreidimensionale Objekte erzeugt werden, die sich aus verschiedenen geometrischen Elementen (Punkten, Linien, Kreisen, Polygonen, etc.) sowie aus Oberflächeninformationen, wie Farbe und Textur, zusammensetzen. Wie detailliert diese Objekte reale Sachverhalte abbilden, bleibt dem Benutzer überlassen und hängt weiterhin von der Funktionsvielfalt des Graphikeditors ab. Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich deshalb auf die Darstellung von zweidimensionalen Objekten, die eine mehr oder weniger genaue Beschreibung der realen Welt wiedergeben. Die Erzeugung von graphischen Objekten führt zu dem Begriff der Szene.

Eine Szene wird hier als eine statische, strukturierte Ansammlung von graphischen Objekten angesehen, die animiert werden soll. Ich habe diesen Begriff deshalb in die Betrachtungen eingefügt, da sich dadurch der zeitliche Charakter der Animation gut beschreiben läßt, der sich nicht nur in Form von Objektbewegungen manifestiert.

³³ Man denke hier an graphische Objekte, die gezeichnet, digitalisiert oder programmiert sein können. Für eine Darstellung von graphischen Objekten auf dem Bildschirm denke man an die Methoden der Raster- und Vektorgraphik.

Diese Betrachtungsweise hat mir bei der Identifizierung der verschiedenen Basisanimationen geholfen sowie gewisse strukturelle Eigenschaften offengelegt, die für eine Abgrenzung der vielen Animationsmöglichkeiten herangezogen wurden.

Eine Szene, die animiert werden soll, setzt sich somit aus einzelnen animierten Objekten zusammen, die in Beziehung stehen können. Jedes Objekt existiert zunächst in seinem eigenen Zustandsraum (Koordinatensystem) und unterliegt bestimmten Veränderungen. Diese Veränderungen lassen sich als Basisanimationen beschreiben. Um jedoch animierte Objekte in Beziehung setzen zu können, ist es notwendig, daß neue Zustandsräume gebildet werden, die wiederum Veränderungen unterliegen. Dadurch ist es möglich, aus einer Menge von Basisanimationen durch verschiedene strukturbildende Verknüpfungen komplexere Animationen zu erstellen. Diese Sichtweise legt die Philosophie eines Baukastensystems nahe, aus dem sich der Animator einzelne Basisanimationen herausgreifen und diese nach bestimmten Kriterien sinnvoll verknüpfen kann.

Die nun folgenden Betrachtungen teilen sich in drei verschiedene Abschnitte auf. Zunächst wird der Versuch unternommen, einige elementare Animationen zu identifizieren, die sich aufgrund von verschiedenen Objektveränderungen ergeben. Es wird sich zeigen, daß eine Identifizierung möglich ist, die jedoch den Anspruch an Eindeutigkeit unter dem Aspekt der Realisierung verliert, da einige Basisanimationen durch Kombination anderer Basisanimationen beschrieben werden können. Daran anschließend wird eine Reihe von Verknüpfungsmöglichkeiten angegeben, die komplexere Animationen nach sich ziehen. Zum Abschluß geht es um die Steuerung von Animationen, die für verschiedene Interaktionsprozesse unerlässlich ist. Es lassen sich zwei verschiedene Arten von Steuerungsmöglichkeiten angeben, die sich hinsichtlich ihrer Flexibilität und Komplexität unterscheiden.

5.1 Objektveränderungen

Die Basisanimationen sollen nun an elementaren Veränderungen festgemacht werden, die sich an graphischen Objekten manifestieren können. Dabei spielt auch der zeitliche Aspekt eine gewisse Rolle, der die Wahrnehmung von Objektveränderungen für den Betrachter beeinflusst. Die Veränderung eines Objektes kann vergleichsweise von einem Betrachter entlang einer bestimmten Zeitspanne oder scheinbar ohne eine Zeitverzögerung wahrgenommen werden. Aufgrund des Veränderungsverhaltens von Objekten verliert die Identifizierung von Basisanimationen, wie bereits erwähnt, ihren Eindeutigkeitsanspruch. Eine Basisanimation kann durch das Zusammenwirken anderer beschrieben werden. Was damit gemeint ist, soll an einem kurzen Beispiel illustriert werden:

Man stelle sich eine Szene vor, in der zwei graphische Objekte desselben Typs zu erkennen sind, die sich nur durch ihre Farbgebung unterscheiden. Diese Szene soll nun animiert werden und zwar derart, daß beide Objekte die gleiche Farbgebung aufweisen. Es ist also eine Veränderung bezüglich eines Objektes notwendig. Dies kann nun zum Beispiel auf zwei verschiedene Arten geschehen. Das Objekt, welches verändert werden soll, wechselt die Farbe, ohne daß der Betrachter eine zeitliche Verzögerung wahrnimmt. Es ist aber auch möglich, daß das Objekt von einer Kopie des anderen überlagert wird, was durch einen Bewegungsablauf geschehen kann.

Daraus wird ersichtlich, daß sich Objektveränderungen auf unterschiedlichste Art vollziehen können, die vom Betrachter verschieden wahrgenommen werden. Wie der Lehrende diese Veränderungen umsetzt, bleibt ihm schließlich selbst überlassen. Die acht verschiedenen Basisanimationen zeigen auf, welche elementaren Veränderungen möglich sind, damit bestimmte Sachverhalte adäquat umgesetzt werden können. Inwieweit diese dann von einem Autorenwerkzeug unterstützt werden, ist Gegenstand der Betrachtungen im nächsten Kapitel.

Die Identifizierung der Basisanimationen wird sich nun wie folgt vollziehen. Zunächst werden die möglichen Objektveränderungen einzeln beschrieben und die Basisanimationen danach benannt. Im Anschluß daran wird auf den zeitlichen Veränderungsprozeß eingegangen, der die Wahrnehmung der Objektveränderungen beeinflusst. Zum Schluß geht es um den Einfluß von physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die sich durch mathematische Funktionen beschreiben lassen.

5.1.1 Positionsveränderung

Diese Basisanimation steht für die Veränderung der Position eines Objektes. Es lassen sich insgesamt drei verschiedene Typen von Positionsveränderungen angeben, die als eine *lineare*, *nicht-lineare* und *freie* Positionsveränderung umschrieben werden können. Die lineare Veränderung der Objektposition vollzieht sich an den Achsen und Diagonalen des zweidimensionalen cartesischen Koordinatensystems in Form einer geradlinigen Verschiebung des betreffenden Objektes. Die nicht-lineare Veränderung der Objektposition zeichnet sich durch einen beliebigen mathematisch beschreibbaren Kurvenverlauf aus. So lassen sich Positionsveränderungen realisieren, die sich etwa am Verlauf der Sinuskurve oder aber an anderen mathematisch berechenbaren Kurven orientieren. Die freie Positionsveränderung eines Objektes weist keine erkennbaren strukturellen Eigenschaften auf. Die Positionierung geschieht vollkommen willkürlich und setzt sich aus einzelnen linearen Positionsveränderungen zusammen.

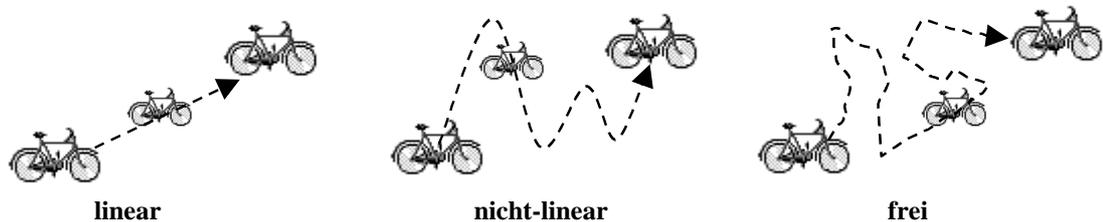


Abbildung 5.1: Drei verschiedene Typen von Positionsveränderungen, die sich auf ein Objekt anwenden lassen.

5.1.2 Rotation

Die Veränderung der Orientierung eines Objektes durch Rotation ist eine weitere Basisanimation. Dabei kann sich die Rotation an beliebigen Punkten im cartesischen Koordinatensystem und an beliebigen Objektpunkten (etwa am Schwerpunkt) vollziehen. Es lassen sich Links- und Rechtsrotationen in Abhängigkeit der Angabe eines Rotationswinkels verwirklichen. Wie bereits weiter oben beschrieben, wird für jedes Objekt ein eigenes Koordinatensystem zugrunde gelegt.

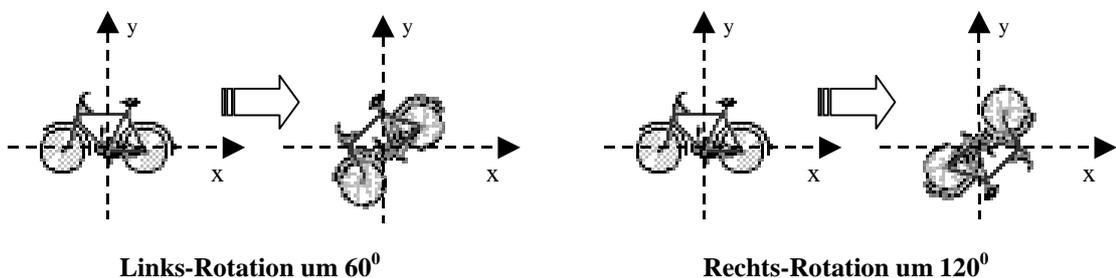


Abbildung 5.2: *Spezialfall*: Links- bzw. Rechts-Rotation eines Objektes um seinen Schwerpunkt.

5.1.3 Spiegelung

Die Spiegelung eines Objektes steht für eine weitere Basisanimation. Sie kann sich an beliebigen Achsen und an frei wählbaren Punkten vollziehen. Man unterscheidet somit zwischen einer Achsen- und Punktspiegelung eines Objektes, wobei aber eine Punktspiegelung im Koordinatenursprung durch zwei hintereinander ausgeführte Achsenspiegelungen beschrieben werden kann.

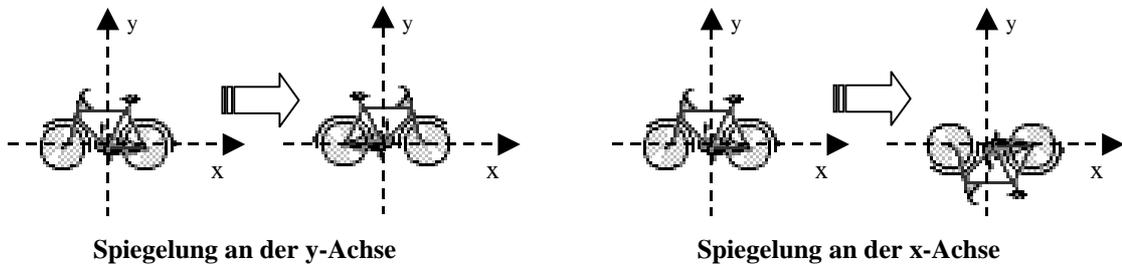


Abbildung 5.3: *Spezialfall*: Spiegelung eines Objektes an den Achsen des cartesischen Koordinatensystems.

5.1.4 Skalierung

Diese Basisanimation steht für eine Veränderung der Objektgröße. Ein Objekt wird in Abhängigkeit eines Skalierungsfaktors vergrößert bzw. verkleinert. Der Skalierungsfaktor wird von der Form der Codierung von graphischen Elementen bestimmt.³⁴ Eine kongruente Vergrößerung bzw. Verkleinerung eines Objektes ist deshalb nur in einem bestimmten Skalierungsbereich und in Skalierungsschritten möglich. Ein graphisches Objekt kann somit nicht beliebig groß bzw. klein werden, ohne daß es aus dem Sichtbereich seines Betrachters verschwindet.

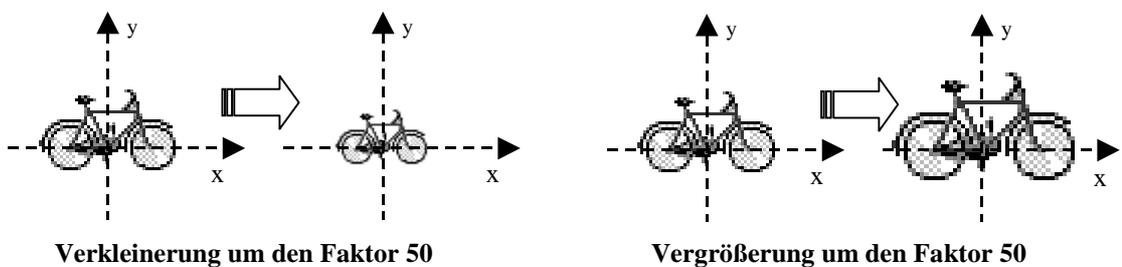


Abbildung 5.4: Kongruente Verkleinerung bzw. Vergrößerung eines Objektes in Abhängigkeit eines Skalierungsfaktors.

³⁴ Graphische Elemente lassen sich auf den Bildschirm durch eine symbolische oder direkte Codierung visualisieren. Die symbolische Codierung wird unter dem Begriff „Vektorgraphik“ und die direkte unter dem Begriff „Rastergraphik“ geführt. Sie unterscheiden sich in der Qualität der Darstellung und im Berechnungsaufwand. Nähere Erläuterungen findet man bei Althaus (1990), S. 426ff.

5.1.5 Deformation

Die Veränderung der Form eines Objektes kann sich auf verschiedene Art und Weise manifestieren und läßt sich als weitere Basisanimation identifizieren. Die einfachste Form der Deformation ist das Stauchen und Strecken sowie das Verzerren eines Objektes entlang der Koordinatenachsen. Die Möglichkeit, ein graphisches Objekt an beliebigen Objektpunkten manipulieren zu können, läßt jede nur erdenkliche Formveränderung zu. So kann ein Objekt etwa an einer bestimmten Stelle eingedrückt oder eingeschnitten werden. Auch ist es denkbar, daß sich eine Objektform (Stern) in eine andere (Achteck) deformiert.

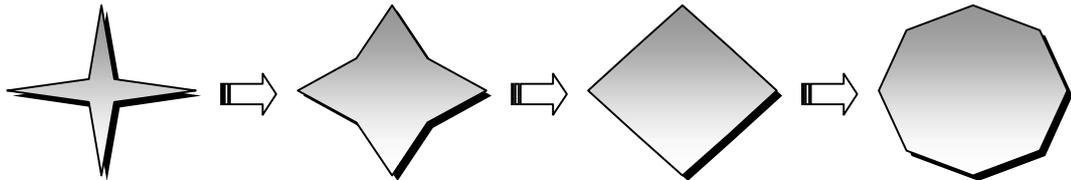


Abbildung 5.5: *Spezialfall*: Deformation einer Objektform in eine andere.

5.1.6 Farbveränderung

Die Veränderung der Farbe eines Objektes kann als weitere Basisanimation identifiziert werden und ist abhängig von der Anzahl verfügbarer Farbtöne. Dadurch lassen sich verschiedene Farbwechsel und Farbverläufe realisieren, die sich innerhalb eines Farbspektrums oder über verschiedene Farbspektren hinweg ergeben. Eine Veränderung der Farbe eines Objektes kann sich auch durch eine einfache Helligkeits- und Kontrastveränderung äußern.

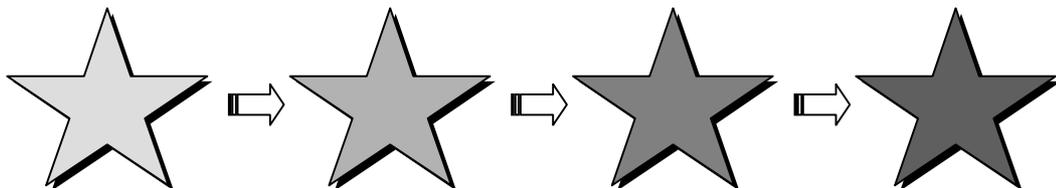


Abbildung 5.6: *Spezialfall*: Helligkeitsveränderung eines Objektes.

5.1.7 Texturveränderung

Ein graphisches Objekt, welches seine Textur (Oberflächenstruktur) verändert, kann als weitere Basisanimation festgehalten werden. Die Veränderung der Oberflächenstruktur kann sich in Form einfacher Musterveränderungen äußern, die sich aus einer bestimmten Anordnung von graphischen Elementen ergeben. Darunter fallen beispielsweise Muster, die sich durch bestimmte Farb- oder Linienanordnungen erzeugen lassen. Die Textur eines Objektes kann aber auch durch sehr komplexe Muster beschrieben sein, wie sie überall in der Natur zu finden sind.

Darunter fallen auch Eigenschaften von realen Objekten, die eine Oberfläche als matt, glänzend, metallisch etc. erscheinen lassen. Eine weitere Form der Veränderung der Oberflächenstruktur kann sich durch eine Tiefenwirkung einstellen.

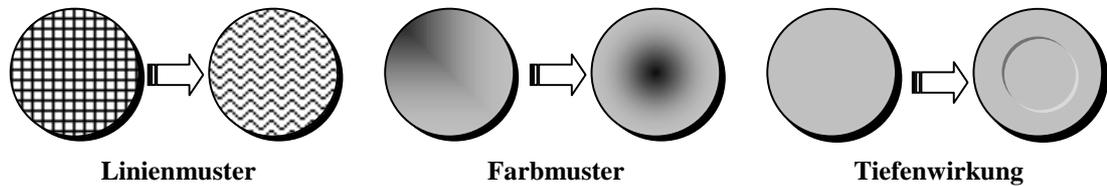


Abbildung 5.7: Die Veränderung der Oberflächenstruktur eines Objektes kann sich auf verschiedene Arten äußern.

5.1.8 Überlagerung

Die Möglichkeit einer Überlagerung eines graphischen Objektes durch weitere Objekte steht für diese Basisanimation. Man unterscheidet hierbei zwischen einer *transparenten* und *nicht-transparenten* Überlagerung. In beiden Fällen ist es völlig unerheblich, ob es sich um Objekte des gleichen Typs handelt, welche sich durch unterschiedliche Objekteigenschaften auszeichnen oder aber sich von dem zu überlagernden unterscheiden.

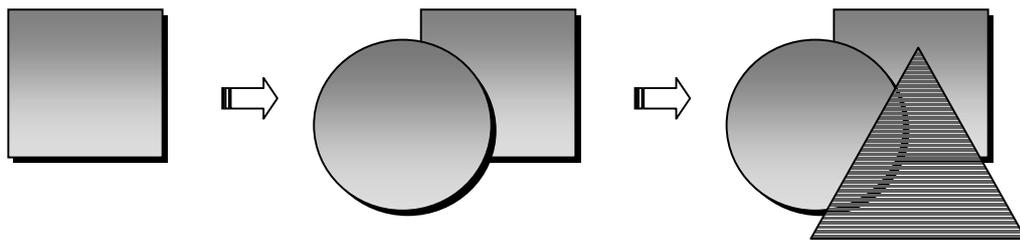


Abbildung 5.8: Überlagerung eines Objektes. Nicht-transparente und transparente Überlagerung eines Quadrates.

Zeitliche Abhängigkeit

Der zeitliche Aspekt spielt eine erhebliche Rolle bei der Anwendung der Basisanimationen, da dadurch einige sichtbare Veränderungsprozesse bezüglich der graphischen Objekte auszumachen sind. Diese sichtbaren Veränderungsprozesse sind später für die Untersuchung des Hypermediawerkzeuges HM-Card hinsichtlich einer Realisierung der identifizierten Basisanimationen von Bedeutung. Dabei stellt sich die Frage, ob sich eine Basisanimation direkt mit HM-Card realisieren läßt oder aber durch bestimmte Objektveränderungen (Verknüpfung von Basisanimationen) beschrieben werden kann.

Die Veränderung der Position oder die Rotation eines Objektes kann sich durch bestimmte zeitliche Abhängigkeiten zu einem stetigen Veränderungsprozeß entwickeln, der einen Bewegungseindruck erzeugt. Dadurch wird bei der Positionsveränderung, Rotation und Spiegelung ein Bewegungsablauf wahrgenommen. Gleiches gilt für die Veränderung der Größe und Form eines Objektes. Der zeitliche Aspekt führt bei der Farbveränderung zu sichtbaren Veränderungsprozessen, die als stetige Farbverläufe bzw. als ein Ausfüllen wahrgenommen werden können. Ähnliche sichtbare Prozesse lassen sich bei der Texturveränderung eines Objektes ausmachen. Bei der Objektüberlagerung kann sich ein sichtbarer Veränderungsprozeß einstellen, der unter dem Begriff „Morphing“ bekannt ist. Dabei wird ein graphisches Objekt in ein anderes Objekt transformiert. Damit verbunden ist der Begriff der Überblendung eines Objektes, der als ein Spezialfall des Morphings angesehen werden kann. Darunter fallen Effekte, wie sie bei MS PowerPoint zur Ein- und Ausblendung einzelner Folien zur Verfügung stehen.

Mathematische Gesetzmäßigkeiten

Bevor nun im Anschluß beschrieben wird, wie sich die einzelnen Basisanimationen zu komplexeren Animationen verknüpfen lassen, möchte ich noch einen weiteren Faktor anführen, der für eine Betrachtung von Basisanimationen auch im zweidimensionalen Fall von Bedeutung ist. Die Identifizierung der Basisanimation, die für eine Positionsveränderung eines graphischen Objektes steht, beinhaltet neben der linearen und freien auch eine nicht-lineare Positionsveränderung. Diese orientiert sich an einer mathematischen Berechnungsvorschrift. Auf dieser Grundlage lassen sich nun auch Positionsveränderungen beschreiben, die mit physikalischen Gesetzmäßigkeiten einhergehen. Die Beschleunigung bzw. Verlangsamung eines Objektes in Abhängigkeit seiner Masse, oder aber die Deformation eines Objektes nach einer Kollision beispielsweise, kann durch mathematische Berechnungen realisiert werden. Diese Möglichkeiten der Objektveränderung werden aber nicht in die Identifizierung mit einbezogen, da sie den Begriff der Basisanimation zu sehr ausweiten würden.

5.2 Verknüpfung von Basisanimationen

Die Identifizierung von Basisanimationen im vorherigen Abschnitt wurde auf der Grundlage von sichtbaren Veränderungen vollzogen, denen ein graphisches Objekt unterliegen kann. Zu Anfang dieses Kapitels ist der Begriff der Szene eingeführt worden, der hier nun zum Tragen kommt. Eine Szene wurde als eine Ansammlung von starren, graphischen Objekten beschrieben, die animiert werden soll. Das Animieren einer Szene manifestiert sich im wesentlichen in Objektveränderungen (Basisanimationen), die untereinander in Beziehung stehen können. Dieses in Beziehung Setzen erfordert verschiedene Verknüpfungsstrukturen, die nun anschließend dargestellt werden. Dadurch lassen sich komplexere Animationen erzeugen, die für eine Beschreibung bestimmter Sachverhalte zum Einsatz kommen können. Durch die Verknüpfung von Basisanimationen geht die zu Anfang beschriebene Eindeutigkeit verloren. Es lassen sich Basisanimationen aus anderen erzeugen. Weiterhin sind Verknüpfungen möglich, die das gleiche Animationsergebnis liefern. Durch die beliebige Verknüpfung von Basisanimationen können aber auch theoretisch Animationen zusammengestellt werden, die aufgrund ihrer Komplexität nicht zu realisieren sind. Diese Eigenschaften bezüglich einer Verknüpfung von Basisanimationen kommen bei der Untersuchung des Hypermediawerkzeuges HM-Card in Kapitel 6 zum Tragen und werden dort an geeigneten Stellen aufgegriffen.

Die Beschreibung der möglichen Verknüpfungsstrukturen weicht den zu Anfang dargestellten Begriff des Objektes teilweise auf und erweitert ihn gleichzeitig. Eine Basisanimation steht nun nicht mehr nur alleine für die Veränderung *eines* graphischen Objektes, sondern kann sich auch auf bereits animierte Objekte beziehen. Nachfolgend wird deshalb nicht mehr zwischen einem graphischen und animierten Objekt unterschieden, sondern nur noch der Begriff „Objekt“ verwendet. Es wird sich zeigen, daß HM-Card diese strukturelle Eigenschaft unterstützt. Dadurch wird ein hierarchischer Aufbau von Animationen möglich, der sich jedoch aufgrund wachsender Komplexität nur bis zu einem bestimmten Punkt realisieren läßt.

5.2.1 Gruppierung

Die Gruppierung ist eine Verknüpfungsstruktur, die sich aus der Anwendung einer Basisanimation auf die Gruppe als ganzes, also auf die Kontur der gesamten Gruppe ergibt. Dazu werden zunächst verschiedene Objekte gruppiert und als ein neues Objekt identifiziert. Auf dieses Objekt läßt sich dann eine beliebige Basisanimation anwenden.

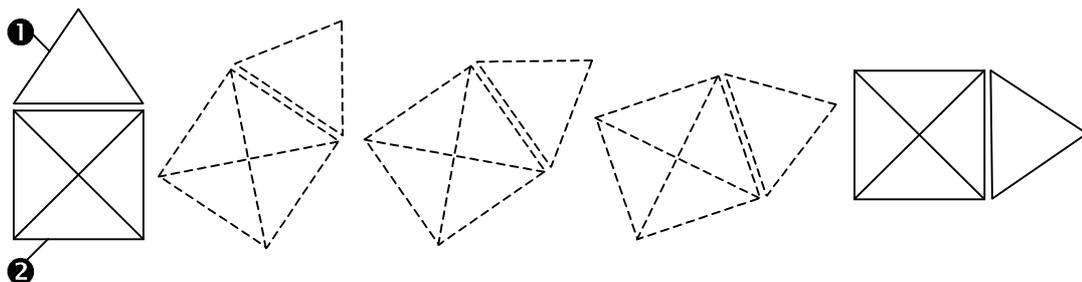


Abbildung 5.9: Gruppierung der Objekte ①+② und Anwendung der Basisanimation „Rotation“.

5.2.2 Kopplung

Die Kopplung entsteht ebenfalls aus der Anwendung einer Basisanimation auf eine beliebige Anzahl von Objekten, wobei jedoch die Objekte nicht wie bei der Gruppierung zunächst zusammengefaßt werden, sondern die Basisanimation auf jedes Objekt angewendet wird. An zwei einfachen Beispielen sollen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Verknüpfungsstrukturen aufgezeigt werden.

Die Verknüpfungsstrukturen sind äquivalent zueinander, wenn in beiden Fällen die Basisanimation „Färbung“ auf beliebige Objekte angewendet wird. Es macht keinen Unterschied, ob zunächst die Objekte gruppiert und dann gefärbt werden oder jedes Objekt einzeln einer Farbveränderung unterliegt. Sie unterscheiden sich, wenn zum Beispiel die Basisanimation „Rotation“ zugrunde liegt. Durch die Gruppierung wird nur das neue Objekt rotiert, wohingegen bei der Kopplung jedes einzelne Objekt einer Rotation unterliegt. Bei der Kopplung kann somit eine bestimmte Objektstruktur aufgelöst werden (s. Abbildung 5.10), die bei der Gruppierung jedoch erhalten bleibt (s. Abbildung 5.9).

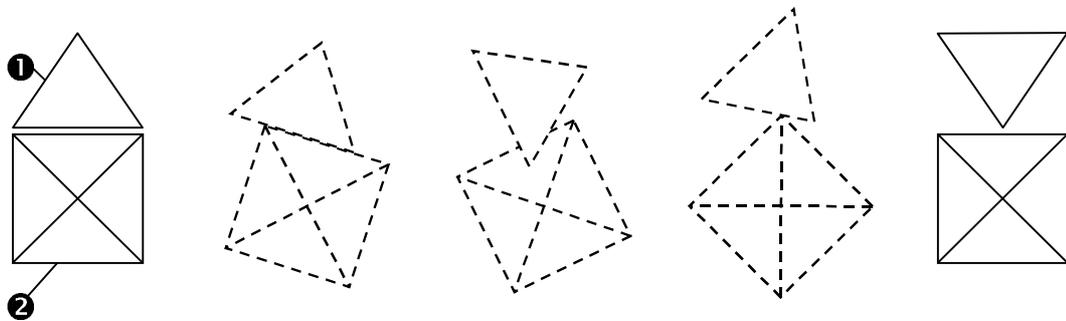


Abbildung 5.10: Anwendung der Basisanimation „Rotation“ auf zwei Objekte. Im Gegensatz zur Gruppierung ändert sich hier die Objektstruktur.

5.2.3 Synchronisierung

Bei dieser Art der Verknüpfung werden verschiedene Basisanimationen, die auf eine bestimmte Anzahl von Objekten angewendet werden, miteinander synchronisiert. Dies kann bedeuten, daß alle Basisanimationen zum gleichen Zeitpunkt ausgeführt werden oder aber eine Basisanimation eine andere auslöst. Im ersten Fall besteht eine zeitliche Abhängigkeit, wobei im zweiten Fall eine kausale vorliegt.

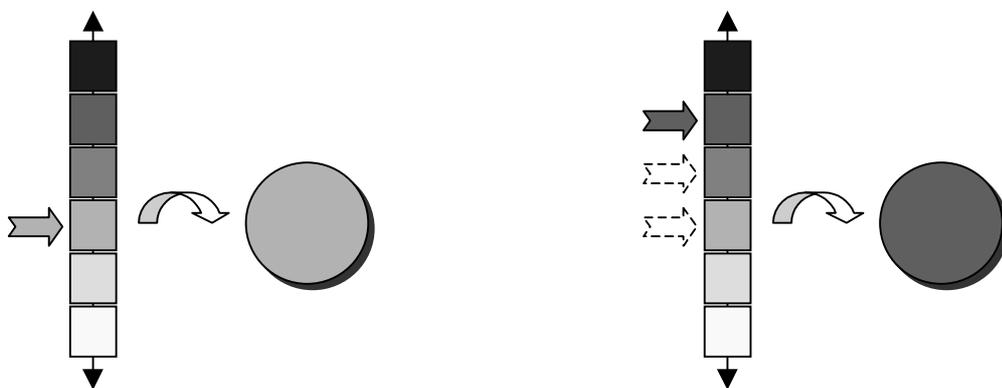


Abbildung 5.11: Zwei Basisanimationen werden synchronisiert. Die Farbveränderung des Kreises und die Positionsveränderung des Pfeils verlaufen synchron (kausale Abhängigkeit).

5.2.4 Nebenläufigkeit

Diese Form der Verknüpfung weist keine strukturellen Eigenschaften auf. Weder besteht eine zeitliche noch eine kausale Beziehung zwischen den Basisanimationen. Die beiden Animationen in Abbildung 5.12 verlaufen gleichzeitig, aber nicht synchronisiert.

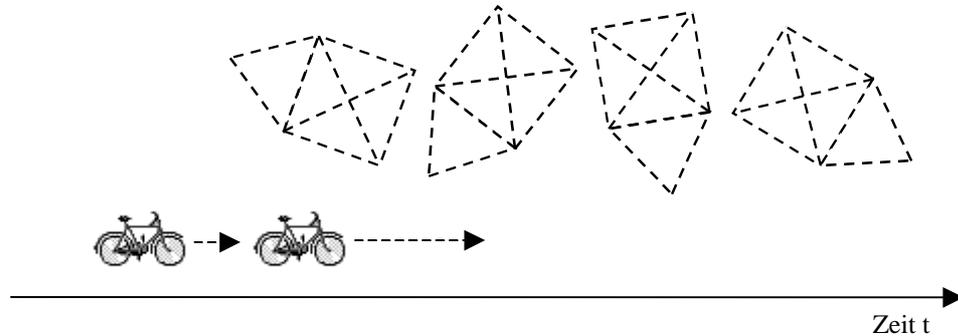


Abbildung 5.12: Strukturlose Verknüpfung von Basisanimationen.

5.2.5 Überlagerung

Die Überlagerung ist eine Verknüpfungsstruktur, bei der auf ein Objekt gleichzeitig unterschiedliche Basisanimationen angewendet werden. Der hier verwendete Begriff der Überlagerung ist nicht mit der Basisanimation aus Abschnitt 5.1 zu verwechseln. Ein Objekt kann beispielsweise gleichzeitig um seinen Schwerpunkt rotieren, sich verkleinern und einer linearen Positionsveränderung unterliegen. Dabei können auch Basisanimationen miteinander verknüpft werden, die keine sinnvolle und wahrnehmbare Animation beschreiben. Als Beispielanimation läßt sich hier die gleichzeitige Positionsveränderung, Rotation, Spiegelung und Skalierung eines Objektes angeben.

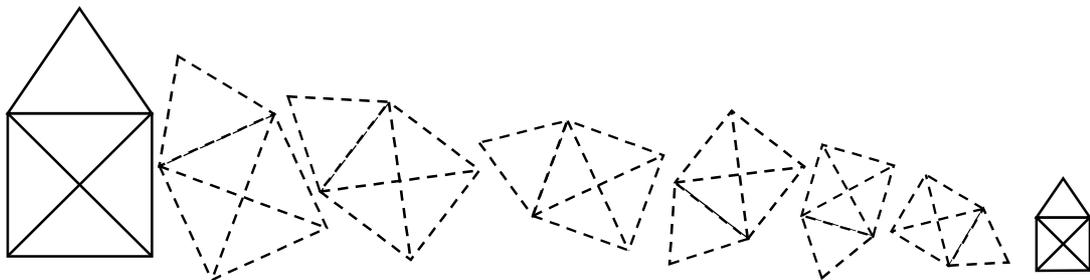


Abbildung 5.13: Überlagerung von Basisanimationen. Objekt gedreht, verkleinert und verschoben.

Die verschiedenen Strukturen, die sich durch die Verknüpfung von Basisanimationen ergeben, sind in der folgenden Tabelle noch einmal zusammengefasst. Dabei ist es unerheblich, ob es sich bei den Verknüpfungen um identische oder unterschiedliche Basisanimationen und Objekte handelt.

	angewandt auf	
	1 Objekt	n Objekte
1 Basis-Animation	Objektanimation	Gruppierung Kopplung
n Basis-Animationen	Überlagerung	Synchronisierung Nebenläufigkeit

Abbildung 5.14: Übersicht der verschiedenen Verknüpfungsstrukturen, die sich aus der Anwendung von Basisanimationen auf Objekte ergeben.

5.3 Steuerung von Animationen

Aus der Identifizierung von Basisanimationen und ihrer Verknüpfung zu komplexeren Animationen ist bisher die Möglichkeit einer Steuerung nicht hervorgegangen. Die im 4. Kapitel beschriebenen Verbesserungsvorschläge zu den einzelnen PowerPoint-Folien setzen jedoch eine Anzahl notwendiger Steuerungsmöglichkeiten voraus, durch die sich die Basisanimationen beeinflussen lassen. Dabei geht es um einen flexiblen Einsatz der Basisanimationen, der von dynamischen Prozessen abhängt. Es können Interaktionsformen ausgemacht werden, die die Art der Animationssteuerung beeinflussen. Die notwendigen Steuerungsmöglichkeiten lassen sich deshalb hinsichtlich ihrer Flexibilität unterscheiden. Die daraus resultierende Einteilung wird dann später dazu herangezogen, um die benötigten Steuerungsoperationen, die ein Hypermediawerkzeug zur Erstellung von Animationen zur Verfügung stellen sollte, zu beschreiben. Es wird sich zeigen, daß der Wunsch nach mehr Flexibilität mit einem erhöhten Entwicklungsaufwand für den Animator verbunden ist, der sich in Form von programmiertechnischen Notwendigkeiten einstellt.

Im folgenden wird nun nicht mehr zwischen Basisanimationen und komplexeren Animationen bezüglich der Steuerung unterschieden, sondern durchgehend von Animationen die Rede sein. Der Begriff der Steuerung einer Animation soll sich auf die Interaktionsmöglichkeiten in einer Lehrveranstaltung beziehen und nicht auf die spezifischen Steuerungsoperationen, die für eine Realisierung mit einem Autorenwerkzeug notwendig sind. Es wird also von einer technischen Realisierung der Animationssteuerung zunächst abgesehen, die jedoch im nächsten Kapitel Gegenstand der Betrachtungen ist.

Die nun folgende Einteilung der Steuerungsmöglichkeiten von Animationen basiert ausschließlich auf die im Kapitel 4 dargestellten Verbesserungsvorschläge. Die Suche nach einer bereits vorhandenen Einteilung in der einschlägigen Literatur zum Thema Computeranimation brachte keinen Erfolg. Es werden zwar verschiedene Mechanismen beschrieben und sogar klassifiziert, die aber in Verbindung mit der Bereitstellung eines adäquaten Animationssystems zur Entwicklung komplexer Animationen stehen.³⁵ Es lassen sich aber daraus einige grundlegende Merkmale ableiten, die für eine spätere Untersuchung der Autorenwerkzeuge im 6. Kapitel in Frage kommen. Insgesamt können zwei verschiedene Steuerungsarten angegeben werden, die sich über die Tastatur oder mittels analoger Eingabegeräte (beispielsweise der Maus) vollziehen lassen.

³⁵ Weitere Erläuterungen findet man bei Jung (1995).

5.3.1 Navigationssteuerung

Die einfachste Form der Steuerung von Animationen ist zugleich auch die unflexibelste, die für einen Einsatz in Frage kommt. Die einzelnen Animationen sind fest definiert und können nicht in ihrem Ablauf verändert werden. Dadurch ist der Dozent auch nicht in der Lage, auf bestimmte dynamische Veränderungen einzugehen, die sich durch einen Interaktionsprozeß eingestellt haben. Die Steuerung geschieht durch bestimmte Navigationsstrukturen, die sich zumeist auf die Möglichkeit des Abbruchs und der Wiederholung der Animation beschränken. Denkbar sind aber auch Navigationsstrukturen, die eine Auswahl bestimmter Animationen erlauben. So lassen sich beispielsweise in einem Menü verschiedene Bewegungsabläufe eines Objektes bereitstellen, die nacheinander aufgerufen werden können. Dies setzt aber eine Animation für jeden Bewegungsablauf voraus, was einen enormen Entwicklungsaufwand bedeutet. In dieser Form lassen sich Animationen anbieten, auf die der Lehrende dann zurückgreifen kann.

5.3.2 Parametersteuerung

Animationen, die sich durch Parameterwerte steuern lassen, können vom Dozenten zur Unterstützung von Interaktionsprozessen am flexibelsten eingesetzt werden. Voraussetzung hierfür ist die Möglichkeit der Eingabe von Parameterwerten während der Präsentation, die den Verlauf der Animationen beeinflussen. Dabei sind zwei Arten von Parametereingaben zu unterscheiden, die sich verschieden auf die Darstellung der Animationen auswirken. Dies sind auf der einen Seite Parametereingaben, die für eine nachstehende Ausführung einer Animation als Berechnungsgrundlage dienen. Darunter fallen zum Beispiel Parameterangaben per Tastatureingabe, die die Endposition für eine lineare Objektbewegung beschreiben. Erst wenn die Endposition bekannt ist, wird die entsprechende Animation ausgeführt. Dabei lassen sich wiederum verschiedene Steuerungsmöglichkeiten hinzufügen, die durch die Navigationssteuerung abgedeckt werden.

Auf der anderen Seite gibt es Parametereingaben, die eine direkte Einflußnahme ermöglichen. So ist es zum Beispiel vorstellbar, daß der Rotationsverlauf eines beliebigen Objektes durch analoge Eingabegeräte, wie etwa der Maus, gesteuert wird, indem einfach bestimmte Mausbewegungen die Rotationsrichtung umkehren. Denkbar ist auch eine Objektbewegung, die unter dem Begriff „Drag&Drop“ bekannt ist. Die Mausbewegungen haben einen direkten Einfluß auf den Animationsverlauf, der für den Betrachter sofort sichtbar wird.

6 Einsatz von Basisanimationen mit dem Hypermediawerkzeug HM-Card

Die vorherigen Kapitel haben gezeigt, daß sich ein Satz von Basisanimationen identifizieren läßt, der für eine Darstellung von dynamischen Prozessen in Lehrveranstaltungen herangezogen werden kann. Die Frage nach einer möglichen Realisierung ist bisher noch nicht beantwortet worden und soll nun Gegenstand der nachfolgenden Betrachtungen sein. Damit diese nicht nur auf einer rein theoretischen Grundlage basieren, wird eine praktische Umsetzung von Animationssequenzen beschrieben, die das Ergebnis der Ausführungen aus Kapitel 4 sind.

Es stellt sich die Frage, mit welchem Werkzeug sich die einzelnen Animationssequenzen erstellen lassen. Die Suche nach einem adäquaten Programm, das den Lehrenden bei seinem Vorhaben unterstützen soll, steht hier nicht im Vordergrund. Es geht vielmehr um eine Untersuchung des Hypermediawerkzeuges HM-Card hinsichtlich eines Einsatzes zur Erstellung von Animationen. Anhand der exemplarischen Umsetzung einzelner Animationssequenzen wird die Funktionsvielfalt von HM-Card untersucht, die sich an der Realisierbarkeit der in Kapitel 5 identifizierten Basisanimationen festmachen läßt. Durch diese Vorgehensweise kann der Entwicklungsaufwand für den Lehrenden abgeschätzt und die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Basisanimationen aufgezeigt werden.

Die nachfolgenden Betrachtungen zur Untersuchung des Hypermediawerkzeuges HM-Card werden in drei verschiedene Bereiche unterteilt. Zunächst wird das Hypermediawerkzeug HM-Card kurz vorgestellt und auf eine Arbeit eingegangen, die bereits eine Untersuchung von HM-Card einschließt und einige technische Besonderheiten aufzeigt. Dadurch kann bereits eine Reihe von Animationssequenzen angegeben werden, die nur schwer umzusetzen und mit einem enormen Entwicklungsaufwand verbunden sind. Im Anschluß daran geht es um eine konkrete Beschreibung der Realisierung von Animationssequenzen, die die Funktionsvielfalt von HM-Card aufzeigen sollen. Dabei lassen sich einige spezielle Eigenschaften von HM-Card festhalten, die eine effiziente Umsetzung von Basisanimationen zur Unterstützung von dynamischen Prozessen erschweren und somit den technischen Aufwand für den Lehrenden unnötig erhöhen.

Zum Abschluß werden verschiedene Systemfehler angeführt, die während der Entwicklung aufgetreten sind. Diese Systemfehler geben noch einmal einen kurzen Überblick über die Schwierigkeiten, die bei der Realisierung mit HM-Card unter dem Betriebssystem Windows95 auftraten.

6.1 Vorstellung des Hypermediawerkzeuges HM-Card

HM-Card ist ein CBT³⁶-Programm, das von der Forschungsgruppe um Prof. Maurer an der TU Graz entwickelt wurde. Im Gegensatz zu anderen Entwicklungsprogrammen, wie etwa Macromedia Director 6.0, Toolbook II oder auch Authorware 3.5, ist es kein rein kommerzielles Produkt und kann bereits für etwa zweihundert Mark, inklusive Benutzerhandbuch, erworben werden. Das Entwicklungspaket verfolgt einen objektorientierten Ansatz, der sich im Aufbau der Software niederschlägt. Dieser Ansatz ist zwar nicht neu, wird aber von HM-Card am striktesten umgesetzt. Es lassen sich verschiedene Komponenten ausmachen, denen unterschiedliche Aufgaben bei einer Präsentation zukommen. Die erste Komponente stellt der Editor dar, der für die Erstellung einzelner Bildschirmseiten zuständig ist. Es werden verschiedene Funktionen zur Verfügung gestellt, die den Entwickler beim Aufbau der Seiten unterstützen. Darunter fallen auch Funktionen, die mit der Umsetzung von Animationen einhergehen. Der Linker hat die Aufgabe, nach bestimmten Strukturen die einzelnen Seiten zu einer Präsentation zusammenzufügen, die dann vom sogenannten Viewer abgespielt werden können.³⁷ Den Viewer erhält man auch als Netscape-Plugin, so daß man die in der Vorlesung eingesetzten Basisanimationen auch über das Internet den Studierenden zur Verfügung stellen kann.

Für die Untersuchung des Hypermediawerkzeuges HM-Card hinsichtlich der Implementierung von Basisanimationen sind im wesentlichen die Funktionen des Editors von Bedeutung, die den technischen Aufwand für den Lehrenden beeinflussen. In Kapitel 5 wurde bereits angeführt, daß sich der Aufwand erhöht, wenn die Animationen bestimmten Interaktionsformen unterliegen. Diese Interaktionsformen beschäftigen sich mit der direkten Einflußnahme auf den Animationsverlauf während der Präsentation. Die Realisierung derartiger flexibler Abläufe ist mit den Standardfunktionen, die vom Editor zur Verfügung gestellt werden, zum Teil nicht möglich und erfordert zusätzliche Erweiterungen. Dies ist aus einer vorliegenden Arbeit ersichtlich, die sich mit der Eignung des Hypermediawerkzeuges HM-Card für verschiedene Aufgabenklassen in Lehr-/Lernprozessen beschäftigt.³⁸ Um die anschließende Untersuchung nicht unnötig auszudehnen, werden bereits vorher einige Animationssequenzen unberücksichtigt gelassen, die den Entwicklungsaufwand drastisch erhöhen würden. Es wird sich zeigen, daß diese Sequenzen zwar realisiert werden können, jedoch nicht mit den elementaren Funktionen von HM-Card. Dies ist aber gerade der entscheidende Punkt, der einen Einsatz von HM-Card rechtfertigen soll.

Die nun folgenden Betrachtungen, die sich auf die weiter oben beschriebene Arbeit beziehen, werden weitere grundlegende Eigenschaften von HM-Card aufzeigen. Dabei läßt sich bereits jetzt festhalten, daß die Steuerung von Animationen ein wichtiger Faktor für einen Einsatz von HM-Card darstellt.

³⁶ CBT steht für Computer Based Training. Für nähere Erläuterungen siehe Maurer (1996), S. 216.

³⁷ Eine Zusammenfassung der verschiedenen Struktureigenschaften sowie eine graphische Übersicht der einzelnen Komponenten findet man bei Garmann (1997), S. 30ff. Für weitere Erläuterungen siehe Maurer, Scherbakov (1996), S. 71-214.

³⁸ Vgl. Garmann (1997), S. 38ff.

Ein flexibler Einsatz von Animationen kann mit den Standardfunktionen von HM-Card nur eingeschränkt verwirklicht werden. Die Parametersteuerung, die bei der Identifizierung der Basisanimationen beschrieben wird, stellt dabei das Hauptproblem dar. Es geht hierbei in erster Linie um eine direkte Manipulation von Objekten und Animationsabläufen, die dem Lehrenden neue Möglichkeiten und Flexibilität in der Präsentation bietet.

Daß diese Eingriffsmöglichkeiten durch den Benutzer von HM-Card nur unzureichend abgedeckt werden, läßt sich aus der Arbeit von Garmann (1997) ersehen. Anhand der Entwicklung zweier Multimediapräsentationen ist eine Klassifizierung hervorgegangen, die die Einordnung von HM-Card nach strukturellen Eigenschaften und nach realisierbaren Aufgabentypen beschreibt. Danach wird HM-Card in eine Aufgabenklasse eingestuft, die die Entwicklung von Online Tutorials mit Abfrage umfaßt. Die dabei verwendeten Steuerungsstrukturen sind mit der in Abschnitt 5.3.1 beschriebenen Navigationssteuerung identisch. Eine Präsentation eines auf Benutzereingaben gestützten, graphischen Ablaufs ist jedoch mit Problemen behaftet, was aber gerade eine Parametersteuerung voraussetzt.³⁹

Es lassen sich Einschränkungen aus der Arbeit extrahieren, die eine Realisierung bestimmter Steuerungsstrukturen mit HM-Card unmöglich machen. So ist es nämlich aussichtslos, einen Animationsverlauf zu erzielen, der im Fall der Kanisza-Dreiecke eine Drehung der Kreissegmente in Abhängigkeit einer Mausbewegung vorsieht (s. Abschnitt 4.2). Gleiches gilt für die Verwirklichung der Drag&Drop-Funktion zur freien Positionierung von Objekten, wie es bei der Präsentation der Gestaltgesetze aus Abschnitt 4.4 sinnvoll wäre. Die Umsetzung scheitert an den Eingabemöglichkeiten, die HM-Card zur Interaktion bereitstellt. Die Auflistung der verschiedenen Variablentypen und deren Zuweisungs- und Operationsmöglichkeiten macht dies sofort deutlich.⁴⁰ Zum einen sind keine Funktionen zur Realisierung dieser Steuerungsmechanismen vorhanden und zum anderen können sie auch nicht nachgebildet werden. Eine Nachbildung der Drehung der Kreissegmente zum Beispiel scheitert an den Zuordnungsmöglichkeiten der Variablentypen. So kann zwar die Position des Mauszeigers in einer Variablen (*Mailbox*) abgelegt werden, aber eine Zuordnung zu einer weiteren Variablen, die für die Drehung benötigt wird, ist nicht vorgesehen. Somit lassen sich all jene Steuerungsmöglichkeiten nicht mit den Standardfunktionen von HM-Card verwirklichen, die mit einer Erzeugung und Veränderung von Objekten und einem anschließenden Animationsverlauf einhergehen. Dies bedeutet ebenfalls, daß sich die Veränderung von Attributen (Größe, Farbe, Textur etc.) nur bedingt realisieren läßt.

³⁹ Vgl. Garmann (1997), S. 72.

⁴⁰ Vgl. Garmann (1997), S. 70.

Es kann festgehalten werden, daß die Bereitstellung von Animationssequenzen, die einer Parametersteuerung während der Präsentation unterliegen, von HM-Card nur unzureichend unterstützt werden. Die nun nachfolgenden Betrachtungen sollen zeigen, welche Basisanimationen aus Kapitel 5 mit HM-Card umgesetzt werden können und mit welchem Aufwand bei der Entwicklung zu rechnen ist. Dazu werden die Animationssequenzen nach den notwendigen Basisanimationen und Verknüpfungen für eine Realisierung zusammenfassend beschrieben, was den Vorteil hat, daß die verschiedenen Probleme und Problemlösungen sowie die technischen Grenzen und wünschenswerten Erweiterungen aufgezeigt werden können. An manchen Stellen der Entwicklung werden noch einmal die Probleme bezüglich der Steuerungsmöglichkeiten dargelegt und Lösungen vorgeschlagen sowie teilweise auch umgesetzt.

6.2 Realisierung von Objektveränderungen

Bevor nun die identifizierten Basisanimationen und ihre Verknüpfungsstrukturen für eine Umsetzung der Animationen herangezogen werden, um die technischen Möglichkeiten von HM-Card zu untersuchen, werden zunächst einige grundlegende Betrachtungen angestellt, die mit der Konvertierung der PowerPoint-Folien nach HM-Card einhergehen. Es geht hierbei im wesentlichen um die Art und Weise, wie die vorliegenden Folien als Basis für die Erstellung der Animationssequenzen genutzt werden können, um den Entwicklungsaufwand zu reduzieren. Es stellt sich die Frage, in welcher Form die verschiedenen Text-, Graphik- und Bildobjekte, die auf den einzelnen Folien zu erkennen sind, mit HM-Card umgesetzt und weiter bearbeitet werden können. Es lassen sich bereits hier einige Merkmale über die Funktionsmöglichkeiten von HM-Card anführen, die die Realisierung von Basisanimationen hinsichtlich des Aufwandes und der Qualität beeinflussen.

Konvertierung

Für die Realisierung der Animationssequenzen müssen die eben beschriebenen Objekte zunächst in der Datenbasis von HM-Card abgelegt werden. An dieser Stelle taucht nun die Frage auf, inwieweit eine genaue Umsetzung der Folien beabsichtigt wird. Bei einer exakten Konvertierung treten erhebliche Schwierigkeiten auf, die den Arbeitsaufwand für die Erstellung einer Seite in HM-Card drastisch erhöhen. Man trifft hier auf das Problem, daß die einzelnen PowerPoint-Folien, die auf einem Macintosh erstellt wurden, nicht so ohne weiteres in HM-Card integriert werden können. HM-Card unterstützt zwar die Einbettung verschiedener OLE-Objekte⁴¹, PowerPoint-Folien inbegriffen, die aber bei der praktischen Umsetzung einige Probleme bereiten.

⁴¹ OLE (object linking and embedding) ist ein Betriebssystemzusatz zur erhöhten Integration von Anwendungen. OLE bietet eine Anzahl von Standardschnittstellen, so daß jedes OLE-Programm mit jedem anderen OLE-Programm in vollem Umfang zusammenwirken kann. Kein Programm braucht dazu vorher festgelegtes Wissen um seine möglichen Partner (Borland C++ Hilfe).

Zum einen können die mit PowerPoint 8.0 konvertierten Folien nur in einem fest definierten Fenster in eine HM-Card-Seite eingebunden werden, und zum anderen treten kritische Fehler bei der Bearbeitung auf. Das Problem der fest definierten Fenstergröße läßt sich durch das Vergrößern der Folien in PowerPoint beheben. Die ständigen Systemfehler bei der Einbettung der Folien haben mich aber dazu veranlaßt, mit einem Bildbearbeitungsprogramm diese aus PowerPoint zu extrahieren (Screen Shot). Das Kopieren einer gesamten Folie bzw. einzelner Objekte in die Zwischenablage von Windows95 und ein späteres Einfügen wird von HM-Card nicht unterstützt. Mit der Druck-Taste ist es jedoch möglich, den kompletten Bildschirm über die Zwischenablage als Bildobjekt in HM-Card einzubinden. Dadurch kann man den Einsatz eines Bildbearbeitungsprogrammes umgehen, einzelne Bildschirmausschnitte können aber nicht selektiert werden.

Nun hat man die Wahl, einen Screen Shot der gesamten Folie oder aber nur einzelne Teile in HM-Card einzubinden. Hier kommt es nun darauf an, wie die einzelnen Objekte der ursprünglichen PowerPoint-Folie in HM-Card weiter benutzt werden sollen. Werden Teilbereiche der Folie verändert und animiert, so ist es sicher sinnvoll, die einzelnen Teile als eigenständige Bilder abzulegen. Geht es beispielsweise nur um die Darstellung eines Hintergrunds, so ist die Einbindung eines vollständigen Screen Shot ausreichend. HM-Card bietet auch die Möglichkeit, einen eigenen Screen Shot aus einem importierten Bild zu generieren. Dadurch lassen sich einzelne Bilder auch noch in HM-Card in verschiedene Objekte zerlegen.

Wie bereits weiter oben beschrieben, wird für die einzelnen Screen Shots ein Bildbearbeitungsprogramm benötigt. Zum Einsatz ist das Programm *Paint Shop Pro 4.10* von der Firma JASC gekommen. Hat man erst einmal einen Screen Shot von einer betreffenden Folie erstellt, so kann man ihn entweder als Datei in einem bestimmtem Bildformat (GIF, BMP, TIF, JPG etc.) abspeichern und mit der Option *importing pictures* in HM-Card laden oder aber in die Zwischenablage kopieren. Im zweiten Fall ist man dann ebenfalls in der Lage, über die Option *importing pictures* das in der Zwischenablage befindliche Bild in eine HM-Card-Seite zu integrieren. Man wird jedoch dann aufgefordert, einen Namen diesem Bildobjekt zuzuordnen und dieses in einem bestimmten Format abzuspeichern. Bildobjekte lassen sich über die Zwischenablage in HM-Card einbetten, beliebige Objekte, wie weiter oben beschrieben, jedoch nicht. Um den Speicheraufwand zu reduzieren, ist es sinnvoll, die einzelnen Objekte, die man modifizieren möchte, als eigenständige Bilddateien in HM-Card zu laden bzw. über die Zwischenablage einzubetten. Die weiter oben beschriebene Methode, einen Screen Shot in HM-Card durchzuführen, führt zu einem erhöhten Verwaltungs- und Speicheraufwand und wird deshalb nicht weiter betrachtet.

An dieser Stelle wird bereits deutlich, wie schwierig es ist, vorhandenes Material, welches mit anderen Anwendungsprogrammen bzw. Microsoftprodukten erstellt wurde, in HM-Card zu integrieren. Bei der Erstellung einer neuen Präsentation ist es daher sinnvoll, nur solche Objekte zu verwenden, die man mit HM-Card direkt erzeugen kann bzw. die standardmäßig geladen werden können. Im hier vorliegenden Fall der Entwicklung von Animationssequenzen auf der Grundlage vorhandener PowerPoint-Folien kann dies nur teilweise realisiert werden. Zum Teil müssen einige Objekte neu gezeichnet werden, da die Umsetzung der verschiedenen Basisanimationen auf den Originalobjekten nicht möglich ist. Dies liegt zum einen an der schlechten Qualität der Objekte, aber auch zum anderen an den Sachverhalten, die realisiert werden sollen. Dies wird an einem Beispiel zur Folie „Gestaltpsychologie“ kurz erläutert und steht exemplarisch für alle weiteren Sequenzen.

Wie im Kapitel 5 bereits beschrieben, läßt sich die Zahl 4 durch die Basisanimation „Positionsveränderung“ dem Betrachter verdeutlichen. Dazu muß die zu animierende Zahl als eigenständiges Objekt in der Datenbasis von HM-Card zur Verfügung stehen, um unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden. Importiert man nämlich die beiden Figuren aus Abbildung 4.1 als Bilddateien in HM-Card und schneidet zum Zweck der Animation die 4 heraus, so wird auch der dazugehörige Hintergrund extrahiert. Animiert man nun diesen Ausschnitt, so überlagert er den Hintergrund und wird in Form eines „flackernden“ Bewegungsablaufes wahrgenommen.

Es bleibt also nur die Möglichkeit, das Objekt mit den Zeichenfunktionen, die von HM-Card zur Verfügung gestellt werden, zu erzeugen. Dies erleichtert im wesentlichen alle weiteren Modifikationen, die im Verlauf der Animationserstellung noch durchgeführt werden sollen. Aus diesem Grund sind auch die anderen Objekte, die für eine Umsetzung der einzelnen Sequenzen benötigt werden, zum Teil neu gezeichnet worden. Der HM-Card-Editor bietet zu diesem Zweck verschiedene Zeichenoperationen an, wie sie von gängigen Graphikeditoren her bekannt sind, die eine Erzeugung von graphischen Objekten erlauben.

Für die Umsetzung der verschiedenen Animationssequenzen kommen nun die aus Kapitel 5 identifizierten Basisanimationen und ihre Verknüpfungsstrukturen zum Einsatz. Inwieweit diese sich mit den Standardfunktionen von HM-Card umsetzen lassen, wird nun anhand der zu animierenden Folieninhalte untersucht. Dazu werden die verschiedenen Basisanimationen bezüglich ihrer Einsatzmöglichkeiten einzeln betrachtet und die notwendigen Schritte für eine Umsetzung mit HM-Card dargestellt. Um die nachfolgenden Betrachtungen nicht unnötig auszudehnen, werden nur bestimmte Realisierungsschritte beschrieben, die die spezifischen Möglichkeiten von HM-Card zur Animationserstellung offenlegen.

Die Verwirklichung der einzelnen Animationssequenzen geschieht unter Verwendung des HM-Card-Editors. Dieser stellt eine Reihe von Funktionen zur Verfügung, mit denen sich zum einen einzelne HM-Card-Seiten aufbauen und zum anderen graphische Objekte animieren lassen. Beim Aufbau der einzelnen Seiten habe ich mich zumeist an den vorliegenden PowerPoint-Folien orientiert und die Anordnung der verschiedenen graphischen Objekte übernommen. Hinzugekommen sind einige Steuerungselemente, die für den Ablauf der einzelnen Animationen benötigt werden.

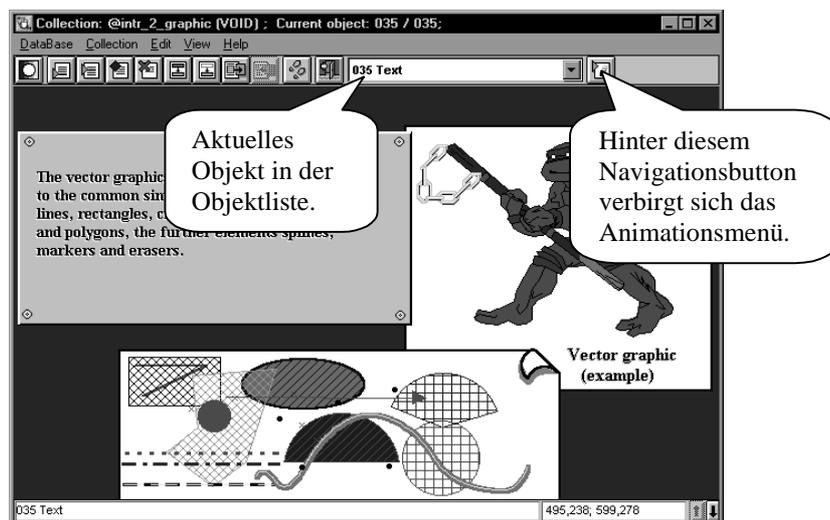


Abbildung 6.1: Der HM-Card-Editor stellt eine Reihe von Funktionen zur Verfügung, die eine Animation von graphischen Objekten ermöglichen.

Die Entwicklung der Seiten sowie der verschiedenen graphischen Objekte wird nachfolgend nur soweit beschrieben, wie sie für eine Verdeutlichung der relevanten Realisierungsschritte beitragen. An manchen Stellen ist jedoch ein spezifischer Seitenaufbau notwendig, durch den bestimmte Basisanimationen, die von HM-Card nicht direkt unterstützt werden, verwirklicht werden können.

6.2.1 Positionsveränderung

Für die Umsetzung der Basisanimation „Positionsveränderung“ stellt HM-Card verschiedene Funktionen bereit, die in einem Animationsmenü (s. Abbildung 6.2) zusammengefaßt sind. Mit diesen Standardfunktionen lassen sich einige der in Abschnitt 5.1.1 beschriebenen Positionsveränderungen auf ein graphisches Objekt anwenden. Dazu ist es zunächst notwendig, daß das zu animierende Objekt in der Objektliste ausgewählt ist (s. Abbildung 6.1).

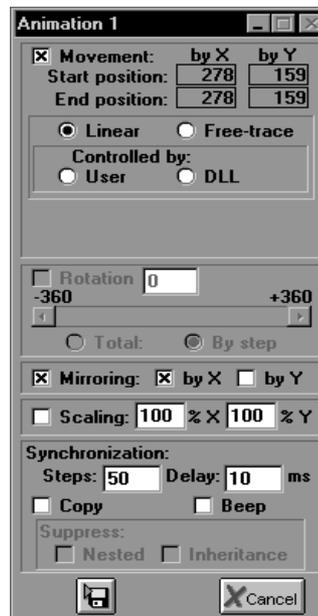


Abbildung 6.2: Animationsmenü mit Parametereinstellungen zur Objektveränderung.

Das Objekt wird nun von einem rechteckigen Rahmen begrenzt, dessen linke obere und rechte untere Ecke die Position und Größe festlegt. Die Koordinaten der linken oberen Ecke legen die Position des Objektes fest und werden als Startpunkt für eine Positionsveränderung benötigt. Soll nun, wie im Fall der Visualisierung der Zahl 4 zur Folie „Gestaltpsychologie“ in Abschnitt 4.1, das betreffende Objekt an eine bestimmte Position verschoben werden, so läßt sich dies durch die Angabe der Endposition realisieren. Die 4 habe ich im vorliegenden Fall aus einzelnen Graphikelementen unter Verwendung der Zeichenfunktionen von HM-Card erzeugt und als Gruppenobjekt in der Datenbasis abgelegt. HM-Card bietet zu diesem Zweck eine Funktion an, die es erlaubt, beliebige Objekte in der Objektliste zu einem neuen zu gruppieren. Für jede Objektgruppierung muß ein neuer Name definiert werden, der für eine Identifizierung in der Datenbasis benötigt wird. Die Wahl eines adäquaten Gruppennamens ist hier entscheidend, um einen gewissen Überblick der verwendeten Objekte innerhalb einer HM-Card-Seite zu erhalten. In HM-Card ist es leider nicht möglich, die Datenbasis nach Seiten und den jeweils verwendeten Objekten zu strukturieren.

Durch die Objektgruppierung ist man unter Verwendung des Animationsmenüs nun in der Lage, die Position der 4 zu verändern. Man trifft hier jedoch auf das Problem, daß der 4 eine exakte Endposition zu geordnet werden muß, um eine Überdeckung mit der anderen zu erzielen.

Nach dem Benutzerhandbuch von HM-Card soll es möglich sein, durch die Eingabe der Punktkoordinaten per Tastatur die Endposition eines Objektes innerhalb einer HM-Card-Seite zu bestimmen. Diese Option wird jedoch von der vorliegenden Version nicht unterstützt. Es bleibt also nur die Möglichkeit, durch ein schrittweises Ausprobieren die exakte Position festzulegen. Man muß die Endposition per Mausverschiebung oder aber pixelweise mittels Cursortasten definieren, was eine exakte Anpassung jedoch erschwert, da sich eine Veränderung der Objektposition nicht sofort auf die Darstellung niederschlägt. Zum einen ist bei der Mausverschiebung nur der Objektrahmen und nicht das eigentliche Objekt zu erkennen und zum anderen wird bei der pixelweisen Verschiebung eine Modifikation erst in Folge einer auf das Objekt bezogenen Speicheroption sichtbar. Insbesondere fehlt eine bei Editoren übliche Zoom-Funktion.

Außer einer linearen Bewegung, die über die Option *Linear* durch die Festlegung der Endposition definiert wird, lassen sich weitere Bewegungsarten umsetzen. Die Option *Free-trace* ermöglicht durch das Setzen einzelner Stützpunkte eine freie Positionsveränderung. Es können beliebig viele Stützpunkte festgelegt werden, durch die ein Kurvenverlauf beschrieben werden kann. Der Aufwand für den Entwickler liegt hier im Setzen einer bestimmten Anzahl von Stützpunkten, um einen Bewegungseindruck zu erzeugen. In Abbildung 6.3 ist diese Art der Positionsveränderung für das Sechseck zum Gesetz der guten Fortsetzung exemplarisch umgesetzt worden. Auch hier bestand das Problem einer genauen Anpassung des Sechsecks an die Zick-Zack-Linie, das, wie im Fall der Zahl 4, durch Ausprobieren gelöst wurde.

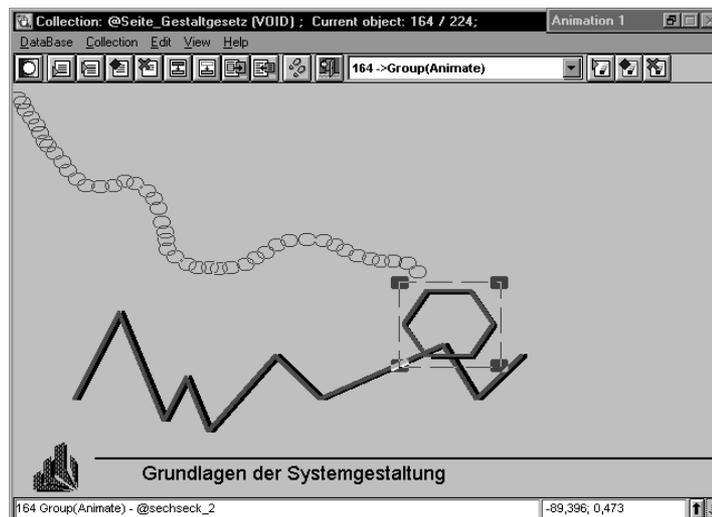


Abbildung 6.3: Die Option *Free-trace* ermöglicht das Setzen von Stützpunkten, die eine freie Positionsveränderung erlauben.

Mit der Option *Free-trace* lassen sich zwar nicht-lineare Positionsveränderungen beschreiben, die aber durch das Setzen der Stützstellen sehr aufwendig zu realisieren sind. Die Option *DLL-controlled* bietet hier die Möglichkeit, DLL⁴²-Module zu laden, mit denen Objektpositionen dynamisch berechnet werden können.

Somit ist man in der Lage, beliebige mathematisch beschreibbare Kurvenverläufe und Positionsveränderungen zu realisieren, die sich aufgrund von spezifischen Eingabewerten seitens des Benutzers ergeben. Dem Programmpaket sind aber keine DLL-Module beigelegt, so daß der Entwickler, wenn nötig, diese selbst programmieren muß. Die dynamische Veränderung der Zeilen- und Spaltenbreite zum Gesetz der Nähe in Abschnitt 4.4 ist exemplarisch mit einem derartigen Modul umgesetzt worden. Hierzu war es jedoch notwendig, Kontakt mit dem Entwicklerteam in Graz aufzunehmen, das in kürzester Zeit das eben genannte Modul entwickelte.

Hat man die Positionsveränderung durch eine der drei Optionen *Linear*, *Free-trace*, oder *DLL-controlled* definiert, so läßt sich über die Parametereinstellung *Step* die Anzahl der Zwischenbilder (*In-betweening*⁴³) bestimmen und durch die Einstellung *Delay* die zeitliche Verzögerung ihrer Darstellung beeinflussen. Dadurch kann ein Bewegungseindruck erzeugt werden, der von der Wahl des *Step*-Wertes abhängt. Die Objektgeschwindigkeit läßt sich somit durch den *Delay*-Wert festlegen.

6.2.2 Rotation

Für die Umsetzung der Basisanimation „Rotation“ stellt HM-Card im Animationsmenü eine entsprechende Option zur Verfügung. Es läßt sich eine Links-/Rechts-Rotation unter Angabe eines negativen- bzw. positiven Drehwinkels realisieren, die sich am Mittelpunkt des Objektrahmens orientiert. Soll ein Objekt in HM-Card an einem anderen Punkt rotiert werden, so kann dies durch eine einfache Objektgruppierung verwirklicht werden. Man positioniert das entsprechende Objekt beispielsweise so in einem Rechteck, daß der gewünschte Drehpunkt im Mittelpunkt des Rechteckrahmens liegt. Anschließend werden beide Objekte zu einem neuen gruppiert und die Rotation auf dieses neue Objekt angewandt. Die Rotation eines graphischen Objektes in HM-Card läßt sich wie bei der Positionsveränderung durch die Parametereinstellungen *Step* und *Delay* beeinflussen. Hinzukommen zwei weitere Parameter, die den Rotationsverlauf festlegen. Durch die Parametereinstellung *Total* werden in Abhängigkeit des *Step*-Wertes Zwischenbilder berechnet, mit denen sich ein Bewegungseindruck erzeugen läßt. Die berechneten Zwischenbilder werden dabei in der Datenbasis von HM-Card abgelegt. Durch die Einstellung *By step* wird das betreffende Objekt schrittweise um den festgelegten Winkel gedreht. Bei der Parametereinstellung *Total* werden die Konturen eines Objektes in Abhängigkeit des Rotationswinkels teilweise derart verändert, daß das betreffende Objekt nach der Drehung kaum noch wiederzuerkennen ist.

⁴² Dynamische Linkbibliothek (DLL). Die Verwendung von DLLs in Anwendungen verringert die Größe einer .EXE-Datei erheblich, spart Systemspeicher und bietet mehr Flexibilität beim Ändern, Erweitern oder Aktualisieren von Anwendungen.

⁴³ Für weitere Erläuterungen siehe Magnenat Thalmann (1990), S. 42ff.

In HM-Card werden alle graphischen Objekte (also auch Vektor-Graphiken) zum Zweck der Animation in Bitmap-Graphiken umgewandelt, aus denen dann Zwischenbilder berechnet werden. Die Veränderungen treten auf, da der HM-Card interne Algorithmus zur Objektrotation die einzelnen Pixel-Werte nur unzureichend berechnet. Weiterhin dürfen nicht zu große Step-Werte für die Berechnung der Zwischenbilder angegeben werden, da dies mit der Fehlermeldung *NO MEMORY FOR PAGE LIST ITEM* von HM-Card quittiert wird und unter MS Windows95 zu einem Programmabsturz führt. Die Rotation eines graphischen Objektes ist in HM-Card nur bei einer Darstellung von bis zu 256 Farben möglich. Eine größere Farbtiefe wird nicht unterstützt.

6.2.3 Spiegelung

Die Spiegelung eines Objektes wird vom Animationsmenü gleichermaßen bereitgestellt. Es läßt sich eine Spiegelung an den Koordinatenachsen des betreffenden Objektes umsetzen, die sich wie in Abbildung 5.3 äußert. Eine Spiegelung an einer beliebigen Achse ist in HM-Card nicht vorgesehen. Durch eine Objektgruppierung, wie sie weiter oben für die Rotation beschrieben wurde, lassen sich aber die Koordinatenachsen verschieben, so daß eine beliebige horizontale und vertikale Spiegelung möglich wird.

6.2.4 Skalierung und Deformation

Die Basisanimationen „Skalierung“ und „Deformation“ werden im Animationsmenü unter der Parametereinstellung *Scaling* bis zu einem gewissen Grad direkt unterstützt. Das Stauchen bzw. Strecken eines Objektes (als ein Spezialfall der Basisanimation „Deformation“) läßt sich in Abhängigkeit zweier frei wählbarer Skalierungsfaktoren in horizontaler und vertikaler Richtung realisieren. Durch die Angabe identischer Skalierungswerte kann somit eine kongruente Vergrößerung bzw. Verkleinerung eines Objektes erreicht werden. Bei der Umsetzung der verschiedenen Gestaltungsgesetze zur Erstellung einer Bildschirmmaske sind zum Teil einzelne Textfelder vergrößert bzw. verkleinert worden, um eine Anpassung zu erreichen. Wie im Fall der Rotation sind auch hier Konturveränderungen an den Objekten zu erkennen, die sich aus der Darstellung der Objekte als Bitmap-Graphiken ergeben. Die Möglichkeit, ein Objekt beliebig zu deformieren, wird vom Animationsmenü nicht direkt unterstützt. Eine Objekttransformation, wie sie in Abbildung 5.5 zu sehen ist, läßt sich somit nicht so ohne weiteres durchführen.

6.2.5 Farbveränderung

Für die Veränderung der Farbe eines Objektes stellt HM-Card die Funktion *Filling* zur Verfügung, mit der ein bestimmter Objektbereich mit einem zuvor ausgewählten Farbwert ausgefüllt werden kann. Verändert man die Position des Objektes innerhalb einer HM-Card-Seite, so kann es passieren, daß der komplette Seitenhintergrund anstatt des Objektbereichs gefärbt wird, da die Filling-Funktion nicht an eine Objektposition, sondern allgemein an eine Position innerhalb einer Seite gebunden ist. Dieses Problem läßt sich vermeiden, wenn der betreffende Objektbereich und die Filling-Funktion gruppiert werden. Weiterhin kann durch die Funktion *Flashing* ein Blinkeffekt erzeugt werden, der sich aufgrund eines Wechsels zwischen der Hintergrundfarbe der Seite und der Objektfarbe einstellt.

6.2.6 Texturveränderung und Überlagerung

Für die Texturveränderung eines Objektes werden von HM-Card (außer den Zeichenfunktionen zur Objekterzeugung) keine weiteren Funktionen bereitgestellt. Es lassen sich einzelne Linienmuster auswählen, mit denen ein Objekt ausgefüllt werden kann. Soll das betreffende Objekt nun seine Oberflächenstruktur ändern, so kann dies nur mit Hilfe der Basisanimation „Überlagerung“ geschehen. Somit lassen sich die in Abbildung 5.7 dargestellten Texturveränderungen ohne weiteres realisieren, indem das Objekt durch eine texturveränderte Kopie überlagert wird. Dies ist beispielhaft für die Erzeugung der Tiefenwirkung zur Folie „Bildschirmlayout“ in Abbildung 6.4 umgesetzt worden. Dazu war es erforderlich, für jedes Textfeld durch Überlagerung eine Tiefenwirkung zu erzeugen. Die Möglichkeit, alle Textfelder zu gruppieren und eine Funktion darauf anzuwenden, die eine Tiefenwirkung beschreibt, ist in HM-Card nicht gegeben.

Eine transparente Überlagerung eines Objektes, wie dies in Abbildung 5.8 zu erkennen ist, wird von HM-Card nicht unterstützt. Ein Objekt kann jedoch von einem anderen Objektbereich transparent überlagert werden, wobei aber nur der Objektbereich und nicht das in ihm enthaltene Objekt transparent wird.

Tiefenwirkung
Stapel statt Umrahmen

Kunde:	<input type="text"/>	Rabatt:	<input type="text"/>
Kundennr.:	<input type="text"/>	Zahlung:	<input type="text"/>
Auftragsnr.:	<input type="text"/>	Lieferung:	<input type="text"/>
Bearbeiter:	<input type="text"/>	Bemerkung:	<input type="text"/>
Eingang:	<input type="text"/>		

#	Menge	Artikel	Preis
5	Stck.	Dauendecken (Fliederfarben)	236,50
12	kg	Gänsedaunen (China-Import, mittlere Dichte)	1.123,60
4	Rollen	Nähseide (Farbsortiment 25B)	12,30

Grundlagen der Systemgestaltung WS 97/98

Abbildung 6.4: Erzeugung einer Tiefenwirkung durch Überlagerung der einzelnen Textfelder mittels graphischer Elemente vom Typ *Shield*.

Die bis jetzt beschriebenen technischen Möglichkeiten zur Umsetzung der identifizierten Basisanimationen mit HM-Card zeigen, daß durch das Animationsmenü bestimmte Objektveränderungen machbar sind, ohne daß ein zeichnerischer Mehraufwand notwendig ist. Bei der Beschreibung der einzelnen Basisanimationen ist im Fall der Rotation und Spiegelung die *Gruppierungs*-Funktion von HM-Card zum Einsatz gekommen. Diese Funktion erlaubt es, verschiedene Objekte in der Objektliste zu einem neuen zu gruppieren. Es können nicht nur graphische Objekte gruppiert werden, sondern auch mit dem Animationsmenü erzeugte Objektanimationen, die in der Objektliste durch die Endung *Animate* ausgezeichnet sind. Die Umsetzung der Drehung der Kreissegmente zur Folie „Optische Täuschungen“ in Abschnitt 4.2, bei der eine Kanisza-artige Figur erzeugt werden soll, ist durch diese Gruppierungsfunktion realisiert worden. Für jedes Kreissegment wurde zunächst durch das Animationsmenü eine Rotation definiert. Die Möglichkeit einer einmaligen Definition für ein Objekt, welche dann auf die anderen Objekte vererbt wird, was in diesem Fall der Verknüpfungsstruktur „Kopplung“ entspricht, ist mit HM-Card nicht gegeben. Soll eine Kopplung erreicht werden, so muß man für jedes Objekt die entsprechende Basisanimation neu definieren.

Durch die Gruppierung werden die einzelnen Objektanimationen gleichzeitig gestartet, was ein Spezialfall der Verknüpfungsstruktur „Synchronisierung“ darstellt. Die Möglichkeit, die Kreissegmente nebenläufig ablaufen zu lassen, wird von HM-Card nicht unterstützt. Dies liegt am sequentiellen Aufbau einer HM-Card-Seite. Jedes Objekt in der Objektliste des Editors wird nacheinander ausgeführt, wobei durch die Gruppierung eine simultane Ausführung erreicht wird.

Die Realisierung einer Synchronisation von Basisanimationen, bei der etwa räumliche Positionsveränderungen mit bestimmten Objektattributen verknüpft werden, wie dies in Abbildung 5.11 zu erkennen ist, läßt sich mit HM-Card nur äußerst schwierig umsetzen. Es fehlen Funktionen, mit denen ein bestimmtes Ereignis (Positionsveränderung eines Objektes) direkt ausgewertet werden kann, das ein anderes Ereignis (Farbveränderung eines Objektes) auslöst. In dem hier vorliegenden Fall besteht die Möglichkeit, daß die Farbveränderung des Kreises durch „IF-THEN“-Konstrukte in Abhängigkeit der Zeigerbewegung umgesetzt wird. Zu diesem Zweck bietet HM-Card die Funktion *Analysis* an. Für jede Zeigerposition muß somit eine Basisanimation „Farbveränderung“ definiert werden.

Die durch das Animationsmenü zur Verfügung gestellten Basisanimationen lassen sich auf ein Objekt gleichzeitig anwenden, so daß die Verknüpfungsstruktur „Überlagerung“ für diese Basisanimationen unterstützt wird. Die Möglichkeit, ein Objekt während der Positionsveränderung auch seine Farbe ändern zu lassen, ist nicht gegeben. Gleiches gilt auch für die Anwendung der verschiedenen Visualisierungseffekte, die unter der Funktion *Gadgetry* zusammengefaßt sind.

Zu Anfang dieses Kapitels wurde bereits angedeutet, daß eine Parametersteuerung von Animationen während der Laufzeit mit den Standardfunktionen von HM-Card nicht umzusetzen ist. Eine Vielzahl der in Kapitel 4 beschriebenen Verbesserungsmöglichkeiten setzt jedoch derartige Steuerungsmöglichkeiten voraus. Dazu gehören auch Objekte, die während der Laufzeit durch den Benutzer erzeugt bzw. verändert werden sollen. Darunter fällt beispielsweise die Veränderung der Objektfarbe, die für das Gestaltgesetz der Gleichartigkeit einsetzbar wäre, die Veränderung der Lochgröße der schwarzen Pappe zur Folie „Sequentialität vs. Gestalt“ in Abschnitt 4.3 oder aber die freie Anordnung von Objekten zur Gestaltung des Bildschirmlayouts in Abschnitt 4.5. Ein derartiger flexibler Einsatz von Animationen ist mit HM-Card jedoch nicht möglich, so daß ich mich bei der Umsetzung der verschiedenen Animationssequenzen auf die Navigationssteuerung beschränkt habe.

HM-Card bietet diesbezüglich verschiedene Input-Funktionen an, mit denen Benutzereingaben während der Laufzeit möglich sind. Das in Abbildung 6.5 dargestellte Auswahlmü basiert auf die von HM-Card zur Verfügung gestellte Input-Funktion *Screen Choice*, mit der bestimmte Seitenbereiche ausgewählt werden können. Durch ein „IF-THEN“-Konstrukt, welches durch die Funktion *Analysis* bereitgestellt wird, lassen sich die benutzerdefinierten Eingaben auswerten und an bestimmte Stellen in der Objektliste springen. Mit diesen Input-Funktionen ist es jedoch nicht möglich, Animationsverläufe direkt zu beeinflussen. Der Abbruch einer Animation läßt sich nur durch die „ESC“-Taste realisieren, wobei nur das betreffende Objekt in der Objektliste abgebrochen und zum nächsten gesprungen wird. Durch die Input-Funktionen wird der Ablauf einer HM-Card-Seite beeinflußt, so daß der Entwickler nur durch das richtige Setzen von Auswahl-Funktionen einen Animationsverlauf steuern kann. Dies ist jedoch nicht immer durchführbar, da die Funktionen nur bestimmte Eingabewerte zulassen.



Abbildung 6.5: Eine mit HM-Card umgesetzte PowerPoint-Folie. Mit dem Auswahlmü können verschiedene Animationen gestartet werden.

Technische Merkmale

Es kann festgehalten werden, daß sich mit den technischen Funktionen von HM-Card eine Reihe von Animationen entwickeln lassen, die den in Kapitel 5 identifizierten Basisanimationen und Verknüpfungsstrukturen zugrunde liegen. Das Grundkonzept der Anwendung einer Basisanimation auf ein Objekt spiegelt sich gerade im Animationsmenü von HM-Card wider, das einige elementare Funktionen aufweist, mit denen sich spezielle Objektveränderungen realisieren lassen (beispielsweise die Rotation eines Objektes um seinen Schwerpunkt oder aber die Spiegelung an den Achsen des cartesischen Koordinatensystems). Soll nun zum Beispiel eine Rotation um einen beliebigen Rotationspunkt umgesetzt werden, so muß der Animator dafür selbst sorgen. Dies gilt insbesondere für die Basisanimationen, die sich nicht mit dem Animationsmenü durchführen lassen, wie etwa die Farbveränderung, Texturveränderung und Überlagerung eines Objektes.

Die Realisierung dieser Basisanimationen ist in HM-Card mit einem enormen Entwicklungsaufwand verbunden. Dem Entwickler stehen außer den Standardfunktionen zur Erzeugung von graphischen Objekten und den Funktionen zum Aufbau einer HM-Card-Seite keine weiteren Mittel bereit. Die Durchführung einer einfachen Helligkeitsveränderung eines Objektes, wie sie in Abbildung 5.6 zu sehen ist, kann beispielsweise nur durch eine Überlagerung von Kopien des gleichen Objektes realisiert werden. Durch die Basisanimation „Überlagerung“ kann man somit andere Basisanimationen schrittweise umsetzen, was durch den sequentiellen Aufbau einer Seite begünstigt wird.

Die Möglichkeit einer Verknüpfung von Basisanimationen nach bestimmten strukturellen Eigenschaften, wie sie in Abschnitt 5.2 dargestellt sind, um komplexere Animationen zu entwickeln, ist mit HM-Card bis zu einem bestimmten Grad gegeben. Dabei ist der Entwickler auf die Funktionen des Animationsmenüs und auf die Gruppierungs-Funktion angewiesen. Durch die Gruppierungs-Funktion des HM-Card-Editors ist das Konzept des Baukastensystems teilweise umsetzbar. Aufgrund der Tatsache, daß sich beliebige Objekte in der Objektliste zu einem neuen gruppieren lassen und Funktionen des Animationsmenüs darauf angewendet werden können, kann ein hierarchischer Aufbau erzeugt werden. So ist es möglich, daß zwei Objektanimationen (Rotation) zu einem neuen Objekt gruppiert werden und im Anschluß eine lineare Positionsveränderung darauf angewendet wird. Diese Art der Objektgruppierung ist jedoch nur bis zu einem gewissen Punkt durchführbar, da die Animationsausführung dadurch beeinflußt wird. Insbesondere führt die Gruppierung von mehreren Objektanimationen, die durch die Berechnung von Zwischenbildern mit Hilfe des Animationsmenüs einen Bewegungseindruck erzeugen, zu einem „holprigen“ Animationsverlauf.

Mit der Gruppierungs-Funktion können diverse Animationen auf der Grundlage der Verknüpfungsstrukturen direkt verwirklicht werden, die ohne gewisse Steuerungsstrukturen auskommen. Sobald jedoch ein flexibler Animationsverlauf bzw. gewisse Abhängigkeiten (etwa im Fall der Synchronisation von Basisanimationen) verwirklicht werden sollen, reichen die von HM-Card zur Verfügung gestellten Input- und Auswertungsfunktionen nicht mehr aus. Abhilfe schafft hier nur der Einsatz von DLL-Modulen, die sich jedoch aufgrund einer unzureichenden Schnittstellenbeschreibung im Benutzerhandbuch nur schwer entwickeln lassen.

Bei der Umsetzung der Animationssequenzen hat sich eine Reihe von technischen Merkmalen des Hypermediawerkzeuges HM-Card herauskristallisiert, die den Aufwand bei der Implementierung unnötig erhöhen. Gerade die Benutzeroberfläche ist äußerst gewöhnungsbedürftig, da sie nicht den üblichen Konventionen und Gewohnheiten von Windows-Programmen entspricht. Beim Editieren einer HM-Card-Seite macht sich dies unangenehm bemerkbar, da Objektmodifikationen beispielsweise nicht sofort sichtbar werden, sondern erst durch eine anschließende Speicheroption. Ebenfalls fehlen Funktionen, mit denen sich Eingaben rückgängig machen lassen (Undo-Funktion), und die Möglichkeit, mehrere Objekte gleichzeitig auszuwählen, um sie etwa zu kopieren, zu löschen oder aber in der Objektliste zu verschieben.

Soll ein graphisches Objekt auf einer Seite gelöscht werden, so kann dies nur durch die *Erase*-Funktion bewerkstelligt werden, die den Objektbereich mit der Hintergrundfarbe der Seite überdeckt. Weit interessanter ist die Tatsache, daß die objektorientierte Datenbasis von HM-Card dem Entwickler kaum Vorteile für die Erstellung von Animationen bringt und nur in Verbindung mit dem HM-Card-Linker, wenn es um die Zusammenstellung einzelner HM-Card-Seiten geht, sich als nützlich erweist. So ist es beispielsweise nicht möglich, ein Objekt in der Datenbasis während der Laufzeit zu verändern. Weiterhin geht die Übersicht hinsichtlich der verwendeten Objekte in einer HM-Card-Seite schnell verloren, da eine strukturelle Zuordnung zu einer Seite nicht möglich ist, was spätere Seitenveränderungen schwierig macht.

Außer einer ungewöhnlichen Bedienungs Oberfläche sind weitere Eigenschaften von HM-Card hervorgetreten, die mit der Verwendung des Animationsmenüs zu tun haben. Diese Eigenschaften und zusätzliche Programmfehler, die unter dem Betriebssystem Windows95 auftraten, werden nun kurz beschrieben, um den Aufwand für den Entwickler zu skizzieren.

HM-Card bietet durch das Animationsmenü die Möglichkeit, verschiedene Objektveränderungen zu erzielen, die einen scheinbaren Bewegungsablauf beschreiben. Durch die Berechnung von einzelnen Zwischenbildern, dem sogenannten Inbetweening, läßt sich ein Bewegungseindruck erzeugen. Zu diesem Zweck werden die graphischen Objekte in Bitmap-Graphiken umgewandelt, was den Berechnungsaufwand im Gegensatz zur Vektordarstellung verringert, sich jedoch auf die Qualität der Darstellung negativ auswirkt. Gerade die Rotation eines graphischen Objektes mit den Parametereinstellungen des Animationsmenüs läßt sich nur unbefriedigend realisieren (s. Abbildung 6.6). Hinzu kommt, daß eine „fließende“ Objektbewegung um so schlechter umgesetzt wird, je größer die zu animierenden Objekte und die simultane Ausführung mehrerer Objekte sind.

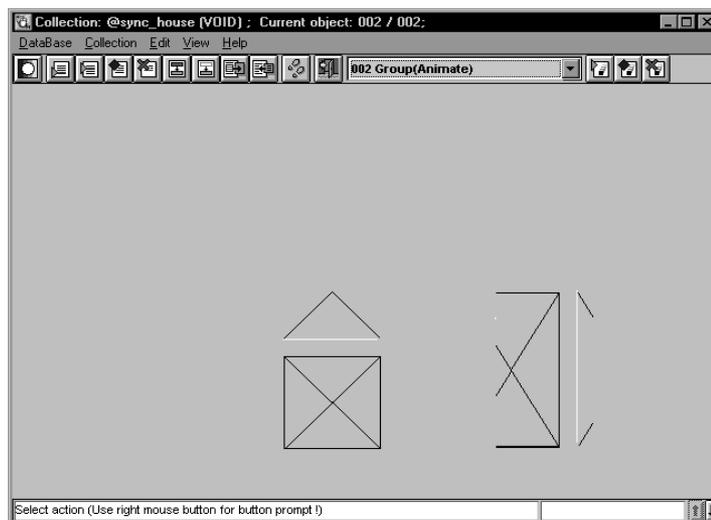


Abbildung 6.6: Rotation eines graphischen Objektes mit Hilfe des Animationsmenüs. Das Ergebnis ist äußerst unbefriedigend.

Programmfehler

Weiterhin lassen sich mehrere Programmfehler angeben, die zum Teil erhebliche Probleme bei der Entwicklung verursachten und stichpunktartig nachstehend beschrieben werden:

◆ NO MEMORY FOR PAGE LIST ITEM

Diese Fehlermeldung tritt auf, wenn die Anzahl von Animationsobjekten in der Objektliste einer HM-Card-Seite einen bestimmten Wert überschreitet. Dies war bereits für eine Anzahl von 11 Animationsobjekten der Fall.

◆ INVALID STACK OVERFLOW

Die Eingabe eines zu großen Step-Wertes im Animationsmenü, in Verbindung mit der Parametereinstellung Total, führt zu dieser Fehlermeldung.

◆ FLOATING POINT: SQUARE ROOT OF NEGATIVE NUMBER

Der Versuch, das graphische Objekt *Vector* durch die Parametereinstellung Mirroring zu spiegeln, wird von HM-Card mit dieser Fehlermeldung quittiert.

7 Zusammenfassung

Die Betrachtungen zur Lehr-/Lernsituation in der universitären Lehre haben gezeigt, daß die Darstellung von dynamischen Prozessen, aufgrund der derzeit eingesetzten Medien, mit einer Reihe von Defiziten behaftet ist, die die Wissensvermittlung für den Lehrenden und nicht zuletzt die Wissensaufnahme für den Lernenden erschweren. Die Möglichkeit, diese Defizite durch dynamische Medien beheben zu können, führte zum Begriff der Animation in Verbindung eines Computereinsatzes. Es stellte sich heraus, daß fertig produzierte, auf den Markt befindliche Animationen oft nicht eingesetzt werden können, da sie entweder nur sehr spezielle Sachverhalte beschreiben oder aber sich nicht in das vorhandene Vorlesungsmaterial integrieren lassen. So bleibt häufig nur die Möglichkeit, daß die gewünschten Animationen vom Lehrenden selbst erstellt werden. Dabei ist die Frage zu klären, welche Animationen ausreichend sind, um bestimmte dynamische Prozesse mit einem möglichst geringen Entwicklungsaufwand zu veranschaulichen. Es sind von mir acht Basisanimationen identifiziert worden, aus denen der Lehrende wie aus einem Baukastensystem auswählen kann, um durch Kombination komplexere Animationen erstellen zu können. Hierbei kommt es nicht auf graphisch „ausgefeilte“ Animationen an, sondern auf die Darstellung spezieller, dynamisch ablaufender Sachverhalte.

Mit diesem Konzept läßt sich modellhaft die Darstellung von dynamischen Veränderungen beschreiben, wobei jedoch der schrittweise Aufbau durch die verschiedenen Verknüpfungsstrukturen nicht eindeutig festgelegt ist. Die praktische Umsetzung ist, wie im vorherigen Kapitel gezeigt, nicht immer einfach zu realisieren und hängt von den technischen Möglichkeiten des eingesetzten Autorenwerkzeugs ab. Im Fall des Hypermediawerkzeuges HM-Card konnten einige Basisanimationen und Verknüpfungsstrukturen mit den Standardfunktionen direkt, andere nur mit einem erhöhten Entwicklungsaufwand realisiert werden. Gerade das Animationsmenü von HM-Card, in Verbindung mit der Gruppierungs-Funktion, ermöglicht es dem Entwickler, verschiedene Objektveränderungen zu realisieren, die dem Konzept der Basisanimationen genügen. Folglich ist die Grundkonzeption von HM-Card, graphische Objekte mit Hilfe des Animationsmenüs zu verändern, die durch die Gruppierungs-Funktion zu komplexeren Animationen kombiniert werden können und somit einen hierarchischen Aufbau ermöglichen, für eine Darstellung von dynamischen Sachverhalten durch den Einsatz von Basisanimationen gut geeignet.

Sobald jedoch Basisanimationen umgesetzt werden sollen, die vom Animationsmenü nicht unterstützt werden, steht man vor dem Problem, diese mühsam durch Objektüberlagerungen beschreiben zu müssen. Hinzu kommt, daß der sequentielle Aufbau einer HM-Card-Seite, die Bedienungsoberfläche und einige Systemfehler die Entwicklungsarbeit nicht gerade erleichtern. Für die Umsetzung einer Animation, deren Ablauf zum Entwicklungszeitpunkt bereits genau definiert ist und mit den Standardfunktionen von HM-Card realisiert werden kann, läßt sich das Konzept der Basisanimationen gut einsetzen.

Wenn flexiblere Animationssequenzen erstellt werden sollen, um etwa auf bestimmte dynamische Interaktionsprozesse reagieren zu können, stößt man an die technischen Grenzen von HM-Card, da die für eine Realisierung notwendigen Verknüpfungsstrukturen, wie etwa die Synchronisierung, nicht unterstützt werden.

Deshalb stellt sich die Frage, inwieweit die identifizierten Basisanimationen und Verknüpfungsstrukturen als Grundlage für eine Realisierung von dynamischen Prozessen als zweckmäßig erachtet werden können, um den Aufwand bei der Implementierung so gering wie möglich zu halten.

Es ist sicherlich sinnvoll, eine Animation auf der Grundlage von Basisanimationen zu erzeugen, die mit 1-2 Verknüpfungen beschrieben werden kann. Sobald man jedoch versucht, durch stetiges Verknüpfen von Basisanimationen komplexere Animationen zu entwickeln, was mit diesem Konzept theoretisch möglich ist, stößt man spätestens bei der Realisierung auf unlösbare Probleme. Man wird wohl kaum ein Morphing durch Überlagerung einzelner Bildelemente realisieren wollen, da es zu diesem Zweck bereits eine Vielzahl von geeigneten Programmen gibt.

Letztendlich bleibt es die Aufgabe des Lehrenden, in welcher Form er bestimmte dynamische Sachverhalte mit Hilfe der Animation veranschaulicht. Das Konzept der Basisanimationen kann ihn bei seinem Vorhaben insofern unterstützen, da etliche Realisierungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, die für eine Verbesserung der Darstellung in Frage kommen. Es stehen dem Lehrenden durch den Computer mehr Möglichkeiten zur Verfügung, um qualitative und didaktische Veränderungen hinsichtlich der Lehrstoffpräsentation zu erzielen. Der Einsatz von Animationen zur Veranschaulichung und Verdeutlichung von technischen Sachverhalten bzw. abstraktem Wissen, zur Darstellung von Sinnzusammenhängen, zur Verifikation bestimmter zuvor dargestellter Lehrinhalte oder aber einfach nur zur Auflockerung bietet weitreichende Möglichkeiten für eine Unterstützung von Lernprozessen. Dabei ist jedoch noch nicht geklärt, wie eine technische Umsetzung mit einem Autorenwerkzeug auszusehen hat.

Ausblick

Aufgrund der Tatsache, daß das Konzept der Basisanimationen teilweise mit HM-Card umsetzbar ist, läßt es sich nach meiner Meinung auch für eine technische Realisierung rechtfertigen. Mit den Standardfunktionen von HM-Card lassen sich, wie beschrieben, nur bestimmte Animationstypen direkt umsetzen, so daß es denkbar wäre, ein Hypermediawerkzeug zu entwickeln, das eine größere Funktionsvielfalt dem Entwickler bereitstellt, um zum Beispiel auch physikalische Gesetzmäßigkeiten, dreidimensionale Animationen und spezielle Interaktionsstrukturen umsetzen zu können. Für die komplexe 3D-Computeranimation werden bereits seit einiger Zeit ähnliche Konzepte verfolgt. So ist es das Bestreben, Animationssysteme zu entwickeln, mit denen sich aus komplexen Modellen und Bewegungskonzepten Animationen erzeugen lassen.

Dem Animator sollen dabei Funktionen bereitgestellt werden, die es ermöglichen, auf ein komplexes Objekt bestimmte Bewegungen („Laufen“, „Tanzen“, „Schleichen“ etc.) anzuwenden. Heutzutage müssen derartige komplexe Bewegungsabläufe jedoch noch programmieretechnisch gelöst werden.⁴⁴

Abschließend stellt sich nun die Frage, inwieweit der Einsatz von Basisanimationen zur Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen sich als nützlich erweist und diese gegebenenfalls beeinflusst. Dies könnte der Gegenstand für weitere Betrachtungen sein, die sich an diese Arbeit anschließen lassen. Die von mir entwickelten Animationssequenzen mit dem Hypermediawerkzeug HM-Card könnten exemplarisch eingesetzt und anschließend hinsichtlich neuer Qualitäten evaluiert werden.

⁴⁴ Siehe Jung (1992).

8 Literaturangaben

Althaus, 1990

Althaus, Martin: *Das PC Grafik Buch: Grafikkarten – Programmierung – Animation*. Sybex-Verlag Düsseldorf, 1990.

Bacher, Ottmann, 1996

Bacher, Ch., und Th. Ottmann: *Tools and Services for authoring on the fly*. In Educational Multimedia and Hypermedia, ed. By Patricia Carlson and Fillia Makedon, Proceedings of ED-Media 96, World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Boston, Mass. USA; June 17-22, 1996. Association for the Advancement of Computing Education (AACE) 1996, S. 7ff.

Beyer, 1996

Beyer, Detlef, Matthias Gerhards, Dr. Peter Reimann und Robert Seetzen: *Multimedia-Dirigenten: Autorensysteme und Programmiersprachen im Vergleich*. In c't 1996, Heft 3, S. 174-191.

Garmann, 1997

Garmann, Daniel: *Eignung des Hypermediawerkzeuges HM-Card für verschiedene Aufgabenklassen in Lehr-/Lernprozessen: Schriftliche Hausarbeit vorgelegt im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe I/II in Informatik*. Universität-GH Paderborn, Fachbereich Mathematik/Informatik, 1997.

Hasebrook, 1994

Hasebrook, Joachim: *Multimedia-Psychologie*. Spektrum Akademischer Verlag, 1995.

Jung, 1992

Jung, Thomas: *Animation komplexer Szenen*. GMD-Spiegel 3-4, 1992.
Auch verfügbar unter der WWW-Adresse:
<http://www.first.gmd.de/persons/tj/gmdspiegel/anim.html>.

Jung, 1995

Jung, Thomas: *Entwicklung einer Plattform zur interaktiven physikalisch basierten Animation gelenkig verbundener Systeme*. GMD-Bericht Nr. 248, TU Berlin 1995. Verfügbar unter der WWW-Adresse:
<http://www.first.gmd.de/persons/tj/diss/diss.html>.

Keil-Slawik, 1997

Keil-Slawik, Reinhard, et al.: *Multimedia in der universitären Lehre: Eine Bestandsaufnahme an deutschen Hochschulen*. In: Hamm, I., Müller-Böling, D. (Hg): *Hochschulentwicklung durch neue Medien: Erfahrungen-Projekte-Perspektiven*. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung 1997, S. 73-122.

Magenat Thalmann, 1990

Magenat Thalmann, Nadia und Daniel Thalmann: *Computer Animation: Theory and Practice*. Springer-Verlag Tokyo, 1990.

Maurer, 1996

Maurer, Hermann: *Hyper-G now Hyperwave: The Next Generation Web Solution*. Addison-Wesley, 1996.

Maurer, Scherbakov, 1996

Maurer, H. und N. Scherbakov: *Multimedia Authoring for Presentation and Education: The Official Guide to HM-Card*. Addison-Wesley, 1996.

Riehm, Wingert, 1995

Riehm, Ulrich und Berndt Wingert: *Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen: Abschlußbericht zur Vorstudie*. Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Bonn 1995.

Rock, Palmer, 1991

Rock, Irvin und Stephen Palmer: *Das Vermächtnis der Gestaltpsychologie*. Spektrum der Wissenschaft, Februar 1991, S. 68-75.

Seetzen, 1996

Seetzen, Robert, Detlef Beyer und Prof. Peter Reimann: *Multimedia-Macher: Autorensysteme für Macs und Windows-PCs*. In c't 1996, Heft 11, S. 342-359.

Wagenknecht, 1986

Wagenknecht, Fred: *Experimentelle 2D- und 3D-Animation: Der PC in Grafik, Werbung und Design*. Vogel-Buchverlag Würzburg, 1986.

„Ich versichere, daß ich die schriftliche Hausarbeit einschließlich evtl. beigefügter Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen sind, habe ich in jedem Falle unter genauer Angabe der Quelle deutlich als Entlehnung kenntlich gemacht.“

Datum, Unterschrift