

# DIPLOMARBEIT

## „STOP-MOTION“

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines  
**Dipl.-Ing. (FH) Telekommunikation und Medien**  
am Fachhochschul-Diplomstudiengang Telekommunikation und Medien St. Pölten

unter der Erstbetreuung von  
Mag. Rosa von Suess

Zweitbegutachtung von  
Mag. Markus Seidl

ausgeführt von  
**Alexander Starkl**  
tm0210038117

St. Pölten, am 31. August 2007

Unterschrift:

## *Ehrenwörtliche Erklärung*

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

## **KURZFASSUNG**

„Stop-Motion“ stellt eine Produktionstechnik dar, die gerade in der heutigen Zeit einen starken Aufwind erlebt. Ob bei der Bewerbung von Produkten (z.B. Pro Holz Austria), zur Unterhaltung eines breiten Publikums (z.B. Corps Bride) oder zum Festhalten privater Erinnerungen – „Stop-Motion“ ist in allen Bereichen gut einsetzbar. Im Vergleich zur Computeranimation sind für diese Produktionsart relativ einfache Mittel und geringere Vorkenntnisse notwendig, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen.

Wo hat die Technik „Stop-Motion“ ihren Anfang gefunden und wie hat sie sich seither weiterentwickelt? Auf welchen grundlegenden biologischen, physikalischen sowie technischen Gegebenheiten basiert „Stop-Motion“? Welche Produktionsarten haben sich mittlerweile durchgesetzt und wie können Interessierte selbst Filme dieser Art herstellen?

Die vorliegende Arbeit gibt eine Antwort auf diese Fragen und hat sich zum Ziel gesetzt, die Herstellung dieser Filmtechnik Interessierten näher zu bringen. Der Bogen dieser Arbeit spannt sich ausgehend von den biologischen und physikalischen Gegebenheiten des menschlichen Auges über die technischen Voraussetzungen des Equipments bis hin zu den historisch gewachsenen Produktionsarten und deren Anwendung. Die abschließend angeführten Eigenproduktionen sollen aufzeigen, wie „Stop-Motion“-Filme schnell und günstig selbst gemacht werden können und Lust zum Ausprobieren beim Leser wecken.

## **ABSTRACT**

“Stop motion“ has gained increasing popularity as a production style in recent years. It is well suited to a wide variety of applications, from product advertising (e.g., Pro Holz Austria) to major motion pictures (e.g., *The Corpse Bride*) and recording personal memories. Compared to computer animation, the technique requires simpler means and less existing knowledge in order to achieve the desired effects.

How did “stop motion“ get started and how has it developed since? Which biological, physical and technological factors comprise its basis? Which production methods have become most accepted and how do interested parties go about creating this type of movie themselves?

This paper aims to answer those questions and make the application of this technique more accessible to the interested public. Its scope ranges from the biological and physical properties of the human eye to technological requirements and the historic development of the involved production methods and their application. A concluding sample of the author’s own work demonstrates how “stop motion” films can be produced quickly and cost-effectively and aims to generate interest in the technique.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b><i>Ehrenwörtliche Erklärung</i></b> .....	<b>2</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Das Auge (lat. oculus)</b> .....	<b>9</b>
2.1 Querschnitt des Auges .....	10
2.2 Die physiologische Wahrnehmung des Menschen .....	14
2.3 Tiefensehen .....	17
2.3.1 Binokulare Tiefencues .....	18
2.3.2 Monokulare Tiefencues .....	18
2.4 Bewegungssehen .....	21
2.4.1 Allgemeines .....	22
2.4.2 Effekte und Phänomene .....	23
2.4.3 Das Phi-Phänomen .....	23
2.4.4 Das Nachbild .....	24
2.4.5 Die Flimmerverschmelzungsfrequenz .....	25
2.4.6 Der Stroboskop-Effekt .....	25
2.4.7 Die induzierte Bewegung .....	26
2.5 Die visuelle Informationsverarbeitung .....	26
2.6 Die Grenzen der Wahrnehmung .....	27
2.6.1 Anwendung bei Film und Fernsehen .....	29
<b>3 Stop-Motion</b> .....	<b>31</b>
3.1 Wichtige Errungenschaften .....	32
3.1.1 Traumatrop .....	33
3.1.2 Fotografie .....	34
3.1.3 Phenakitiskope .....	36
3.1.4 Daumenkino .....	37
3.1.5 Zoetrop .....	37
3.1.6 Zoopraxiskop .....	38

3.1.7	Praxinoskop .....	39
3.1.8	Mutoskope .....	40
3.1.9	Cinematograph.....	40
3.1.10	Das Kino .....	41
3.2	„Stop-Motion“ – Produktionsarten .....	42
3.2.1	Claymation.....	43
3.2.2	Pixilation.....	45
3.2.3	Puppentrickfilm .....	49
3.2.4	Go-Motion .....	50
3.2.5	Objektanimation.....	50
3.2.6	Brickfilm.....	51
3.2.7	Origami .....	51
3.2.8	Sandanimation .....	52
3.2.9	Zeitraffer .....	52
3.2.10	Zeitlupe (Slow Motion) .....	53
3.2.11	Mischformen.....	53
<b>4</b>	<b>Eigenproduktionen „Low – Budget“ Produktionen.....</b>	<b>54</b>
4.1	Kirche Klein-Pöchlarn 3D (2min 33sek) .....	55
4.1.1	Intro – Kerze (11sek) Zeitraffer .....	55
4.1.2	Outro – Sonnenuntergang (5sek) Zeitraffer .....	57
4.2	Schmelzendes Speiseeis „Eis“ (36sek) Zeitraffer .....	59
4.3	Maus (9sek) Objektanimation .....	61
4.4	Tastatur (9sek) Objektanimation.....	62
4.5	Feuer (1min 51sek) Pixilation.....	64
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>67</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>71</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>77</b>

## 1 EINLEITUNG

Die visuelle Aufnahmefähigkeit des menschlichen Auges ist sehr komplex und dennoch begrenzt. Um einer Überflutung von Informationen im visuellen Wahrnehmungsbereich entgegenzuwirken, hat sich unser Sehsinn auf Informationsbrocken spezialisiert, an die sich unsere heutige Technik anzupassen versucht. Nach wie vor gibt es technische Probleme bei der Realisierung verschiedener Anzeige-Techniken, wenn man in Betracht zieht, dass die Umstellung von analog auf digital derzeit noch keine deutliche Qualitätsverbesserung mit sich bringt. Sehr viele Techniken sind so ausgereift, dass ein glaubwürdiges Abbild der Realität für Menschaugen entsteht (z.B. Kino, Fernsehen und Computerspiele). So gab es bei den ersten offiziellen Kinoveranstaltungen Menschen, die sich hinter der Sitzbank versteckten, als sie eine auf sich zurasende Lokomotive auf der Leinwand sahen. Um den Wunsch einer Illusionswelt, welche der Realität optisch nachempfunden ist, realisieren zu können, ist es notwendig die Grenzen der derzeitigen Anzeigemethoden zu durchstoßen.

Die Aufnahme- und Anzeigesysteme der Gegenwart basieren auf dem genaueren Studium des menschlichen Sehsinns. So sind erste Errungenschaften wie die Kamera obscura bzw. die Fotografie dem anatomischen Aufbau des Auges nachempfunden.

Heute schon werden intelligente kompakte Digitalkameras im Bereich von zehn Megapixeln angeboten, welche bereits ein Gesichtserkennungssystem integriert haben. Dieses versucht automatisch bei Auslösung des Fotos die Gesichter scharf abzubilden. Dennoch ist die Maximalauflösung des menschlichen Auges von ca. 576 Megapixeln noch unerreicht. Auch die neue Fotografietechnik HDR (High-Dynamic-Range), welche einen Kontrastumfang von 200 000:1 erlaubt, ist eine Weiterentwicklung der heutigen Anzeigesysteme. Dabei versucht die HDR Technik die Dynamik der realen Lichtbedingungen festzuhalten. Kontrastreduziert werden solche Fotos im Amateurbereich mit Hilfe digitaler Spiegelreflexkameras und z.B. mit Adobe Photoshop nachempfunden. Bei einer fixen Kameraeinstellung werden belichtete Fotos, die unterschiedliche Belichtungszeiten aufweisen, mit Ebenen und Masken zusammengefügt.



**Abb. 1 DRI<sup>1</sup> Foto aus einem HDR generiert (vgl. Abb. 33)**

Diese Beispiele sollen zeigen, dass es unumgänglich ist, die Anatomie und die Grenzdaten des optischen Systems - „menschliches Auge“ - und den dazugehörigen Verarbeitungsalgorithmen im Bildverarbeitungszentrum Gehirn, weiter auszuforschen, um bessere Aufnahme- und Anzeigesysteme entwickeln zu können.

Weiters ist nach meiner Meinung jetzt schon erkennbar, dass bei der Weiterentwicklung wiedergegebener bewegter Bilder das Einzelbildverfahren wieder zurückkehrt. So werden Techniken wie „Stop-Motion“ unabhängig von deren Stilrichtung noch weiter Bestand haben, um die gewünschte Auflösung wiedergegebener Realitäten zu bekommen.

---

<sup>1</sup> Dynamic Range Increase wird verwendet um den Gesamt-Kontrast von dem Motive auf einem Bild festzuhalten.

## 2 DAS AUGE (LAT. OCULUS)

Der Mensch ist primär ein Augenwesen. Kein anderes Sinnesorgan des menschlichen Körpers ist in der Lage ähnlich viele Informationen, in kurzer Zeit aufzunehmen und dem zentralen Nervensystem weiterzuleiten. Schätzungen haben ergeben, dass in unserem visuellen Zeitalter ca. 70%, der zum Leben notwendigen Informationen über das Auge aufgenommen werden. Im Laufe der Evolution haben sich verschieden spezialisierte Sehorgane in der Natur entwickelt. Das Auge des Menschen hat sich auf einen sehr kleinen Bereich des elektromagnetischen Spektrums mit einer Wellenlänge von etwa 380nm bis etwa 780nm fixiert. Diesen kleinen Ausschnitt des elektromagnetischen Feldes bezeichnet man auch als Licht. [vgl. Wiki\_Licht ]

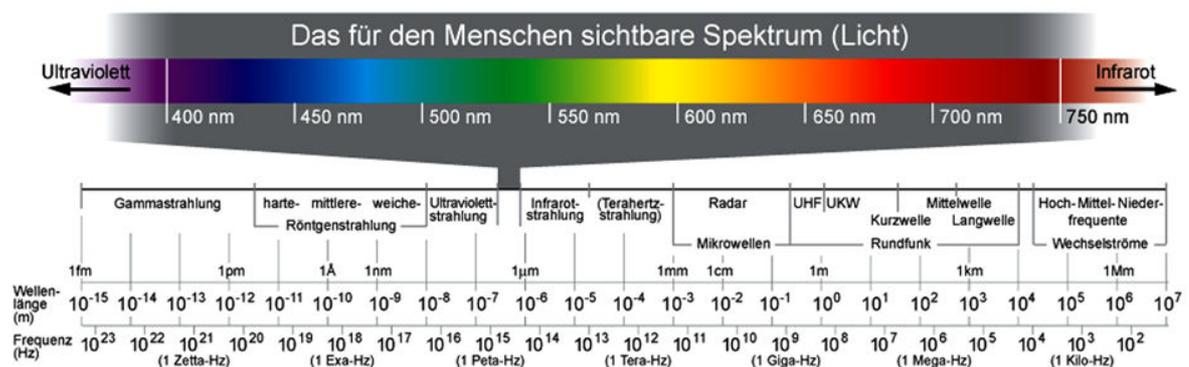


Abb. 2: Elektromagnetisches Spektrum

Isaac Newton hielt die Korpuskeltheorie<sup>2</sup> in der „New Theory about Light and Colors“ fest und wurde 1715 von John Theophilus Desaguliers<sup>3</sup> befürwortet. Lange standen sich die Teil-

<sup>2</sup> Jene Theorie besagt, dass Licht aus kleinsten Teilchen (Korpuskeln) besteht. Teilchentheorie des Lichts [vgl. Wiki\_Korpuskeltheorie]

<sup>3</sup> Ein Naturphilosoph welcher ab dem Jahre 1714 Mitglied der Royal Society war [vgl. Wiki\_Desaguliers]

chentheorie von Newton und die Wellentheorie von Christiaan Hygens<sup>4</sup> gegenüber, bis im Jahre 1920 beide Theorien des Lichts in der Quantenmechanik mathematisch manifestiert wurden.[vgl. Wiki\_Geschichte]

## 2.1 Querschnitt des Auges

Der Aufbau des Auges ist vergleichbar mit einer Kamera. Dennoch werden hier keine Vergleiche mit derzeitigen Aufnahmeverfahren, wie zum Beispiel Videokamera oder digitaler Spiegelreflexkamera, gezeigt. Im Kapitel **2.5 Grenzen der Wahrnehmung** sind die Grenzdaten über die visuelle Wahrnehmung anhand der gewonnenen Forschung im Bezug zu bewegten Bildern zu finden.

Der Sehapparat ist unter anderem aus folgenden Bestandteilen aufgebaut: Augenhöhle, Augenmuskeln, Augapfel, Hornhaut, Sehnerv, gelber Fleck, Aderhaut, Linse.

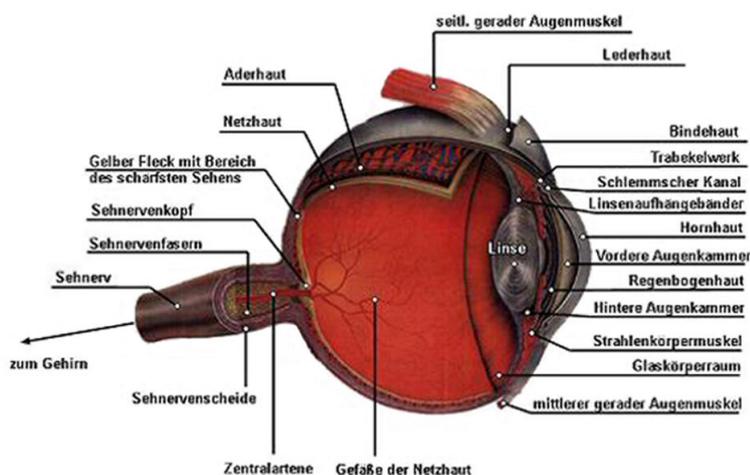


Abb. 3: Querschnitt des menschlichen Auges

<sup>4</sup> Ein bedeutender Mathematiker, Astronom und Physiker welcher 1650 das Hygessche Prinzip entwickelte. Wellentheorie des Lichts [vgl. Wiki\_Hygens]

**Augenhöhle (Orbita):**

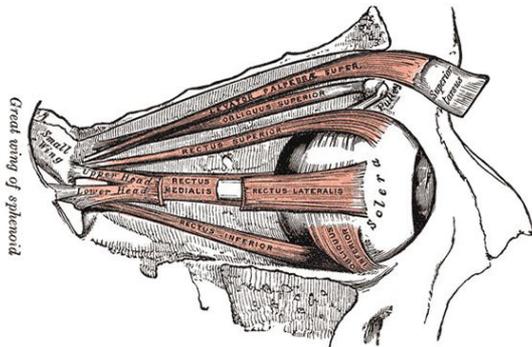
Die Augenhöhle ist eine vier bis fünf Zentimeter große, knöchern begrenzte Grube am Schädel, welche das Auge, den Sehnerv, die Muskeln und die Blutgefäße mit Fettgewebe als Stoßdämpfer schützt. Das Volumen des Augapfels ist nur ein fünftel des Volumens der Augenhöhle, vier fünftel des Platzes nimmt das restliche Gewebe ein. [vgl. Wiki\_Orbita] [vgl. Auge-online]

**Augenmuskeln:**

Je nach Lage der Muskeln, unterscheidet man innere und äußere Augenmuskeln, die vom vegetativen Nervensystem gesteuert werden.

Die scherengitterartig angeordneten glatten Muskelfasern sind ein Teil der Regenbogenhaut (Iris). In der Mitte der Regenbogenhaut findet sich ein kreisrundes Loch, die sogenannte Pupille. Die Augenmuskeln dienen folglich der Adaptation, also der Veränderung der Pupillenweite in Abhängigkeit von den Lichtverhältnissen, vergleichbar der Blende eines Fotoapparates. Weiters sind sie für die Schärfeneinstellung des Bildes, genannt Akkomodation (vom lat. *accomodare* „anpassen, adaptieren, festmachen“), verantwortlich. Die Pupillengerenger (musculus sphincter pupillae) werden beispielsweise bei starker Helligkeit, Müdigkeit oder Nahsicht reflektorisch aktiviert. Hingegen bei Dämmerung, Fernsicht oder Stressreaktionen sorgen die Pupillenerweiterer (musculus dilatator pupillae) für bessere Sicht. Für die Akkomodation ist jeweils der Musculus ciliaris verantwortlich.

Die äußere Augenmuskulatur besteht aus sechs quer gestreiften Muskeln (*Muskulus rectus - superior, -inferior, -medialis, -lateralis, Muskulus retractor bulbi, Muskulus levator palpebrae, Muskulus obliquus -superior, -inferior*), die an der Lederhaut des Augapfels ansetzen und nach hinten in die Augenhöhle ziehen. Jede Muskulatur, innerviert von drei verschiedenen Gehirnnerven, ermöglicht die Bewegung des Augapfels in alle Richtungen. Diese Muskeln arbeiten dabei so exakt, dass das Bild des rechten Auges und jenes des linken Auges immer genau übereinander liegen. Selbst bei der Akkomodation müssen die äußeren Augenmuskeln ständig arbeiten, damit beide Bilder exakt übereinander sind. Diese Funktion bezeichnet man auch als binokulares Sehen, und sie ermöglicht weiters das Tiefensehen vom Umfeld. [vgl. Wiki\_Augenmuskel] [vgl. Auge\_online] [vgl. Schäffler, A. & Schmidt, S. (Hrsg.), 1998]



**Abb. 4: Augenmuskulatur**

### **Augapfel (Bulbus oculi):**

Der Aufbau des Augapfels ist vergleichbar mit einer Zwiebelschale. Er besteht aus drei Schichten: der äußeren Augenhaut (Lederhaut bzw. Sklera und Hornhaut bzw. Cornea), der mittleren Augenhaut (Aderhaut bzw. Choroidea) und der inneren Augenhaut (Netzhaut bzw. Retina). Der Augapfel weist einen Durchmesser von 22 bis 24 mm auf und ist in einen gleitfähigen Fettkörper eingebettet. [vgl. Schäffler, A. & Schmidt, S. (Hrsg.), 1998]

### **Hornhaut (Cornea):**

Der gesamte Augapfel ist von der Lederhaut (Sklera) umhüllt und gibt ihm dadurch seine Form. Der vordere Teil dieser Hülle besteht aus der Hornhaut (Cornea), welche sich durch Lichtdurchlässigkeit und Gefäßlosigkeit auszeichnet. Die Hornhaut weist im Vergleich zum restlichen Augapfel eine stärkere Wölbung auf. Funktionell ist die Hornhaut für die Lichtbrechung zuständig. [vgl. Schäffler, A. & Schmidt, S. (Hrsg.), 1998]

### **Aderhaut (Choroidea):**

Die Aderhaut ist sehr gefäßreich, und die darin enthaltenen Blutgefäße versorgen die Netzhaut mit Nährstoffen.

**Netzhaut (Retina):**

Die Netzhaut enthält die bildaufnehmende Sinneszellen. Umkleidet wird die Netzhaut vom Pigmentepithel, das dem Stoffwechsel zwischen Netz- und Aderhaut dienlich ist. Beide Strukturen sind nur im Bereich der Papille und am Ziliarkörper fest miteinander verbunden. Die Netzhaut enthält eine Sinneszellenschicht, die aus lichtempfindlichen Stäbchen und Zapfen besteht. Die Zapfen, welche sich vor allem im Zentrum der Netzhaut befinden, sind für die Wahrnehmung von Farbunterschieden und genauen Abbildungen zuständig und somit allgemein für das Sehen am Tag. Der Bereich der Zapfen wird auch als gelber Fleck bezeichnet. In der Peripherie der Netzhaut finden sich überwiegend die Stäbchen. Diese sind für das Dämmerungssehen geeignet und zuständig für das Erkennen unterschiedlicher Stufen von Helligkeit und eher schemenhafter Bewegungseindrücke. [vgl. Schäffler, A. & Schmidt, S. (Hrsg.), 1998]

**Gelber Fleck (Fovea):**

Hier findet sich eine Konzentration an Zapfen. In den Zapfen sind diverse Stoffe enthalten. Diese wirken beim Entstehen von Farbbeimpfindungen mit und sind vergleichbar mit den drei Komponenten in einem Farbfilm. [vgl. Reutterer, A., 1998]

**Sehnerv (Nervus opticus):**

Die Sehnerven nehmen die Eindrücke der Sinneszellen, also der Stäbchen und Zapfen, und leiten diese an das Sehzentrum im Gehirn weiter. Jene Stelle, an der der Sehnerv aus dem Auge austritt, wird auch als blinder Fleck (bzw. Papille) bezeichnet, da dort keine Sinneszellen vorhanden sind und folglich kein Sehvermögen gegeben ist. [vgl. Reutterer, A., 1998]

**Linse:**

Die Linse zählt zu den lichtbrechenden Organen des Auges. Ihre Aufgabe besteht in der Bündelung der einfallenden Strahlen, sodass auf der Netzhaut ein scharfes Bild entsteht. Vergleichbar ist dies mit dem Linsensystem eines Fotoapparates. Durch Anspannung und Erschlaffung der bindegewebartigen Fasern, welche die Linse aufhängen, wird die Form der Linse stärker abgeflacht oder gewölbt. Folglich variiert die Brechkraft des Auges

(vgl. Augenmuskulatur, Akkomodation). Hinter der Linse füllt der Glaskörper (Corpus vitreum), eine durchsichtige, gallertartige Masse, den Augapfel aus. [vgl. Reutterer, A., 1998]

## 2.2 Die physiologische Wahrnehmung des Menschen

Lange vor der Entwicklung der physikalischen Optik, bildeten Aristoteles<sup>5</sup> und Platon zwei verschiedene philosophische Lehren aus, welche einerseits das Sehen anhand von lichtausströmenden Objekten und andererseits den Sehakt durch Lichtausströmungen des Auges erklären. Jene wurden bis ins späte Mittelalter nicht maßgebend weiterentwickelt. Friedrich Johannes Kepler gilt als einer der Schöpfer der Physiologischen Optik. Er forschte rein auf dem Weg der Erfahrung und Beobachtung und bildete eine selbstständige Theorie. Er konnte anhand der Struktur des Auges zeigen, dass ein Sehen von Gegenständen, ähnlich einer Kamera obscura, mit einem auf dem Kopf stehendem Bild funktioniert. [vgl. Wiki\_Geschichte]

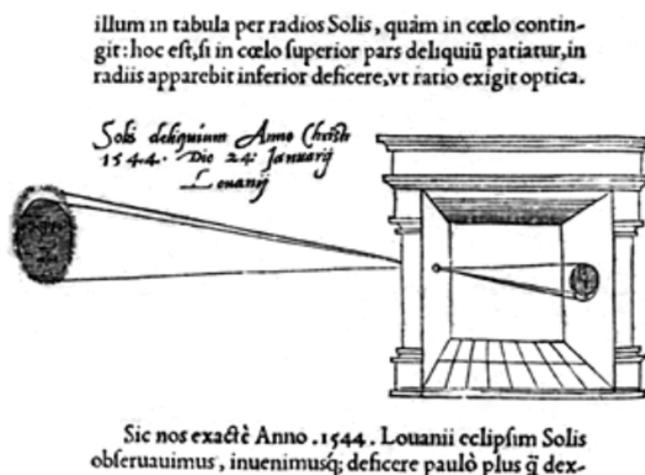


Abb. 5: Kamera obscura

<sup>5</sup> Ein griechischer Philosoph und Naturforscher, Schüler von Platon welcher später die Leitung dessen Akademie übernahm (384 v.Chr. – 322 v. Chr.). [vgl. Wiki\_Aristoteles]

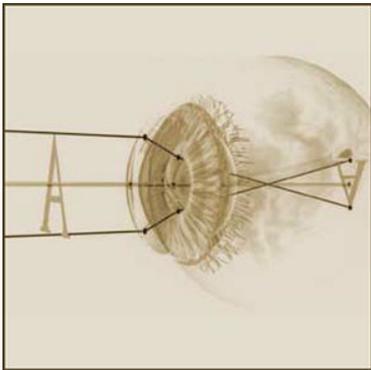


Abb. 6: Prinzip des Sehens

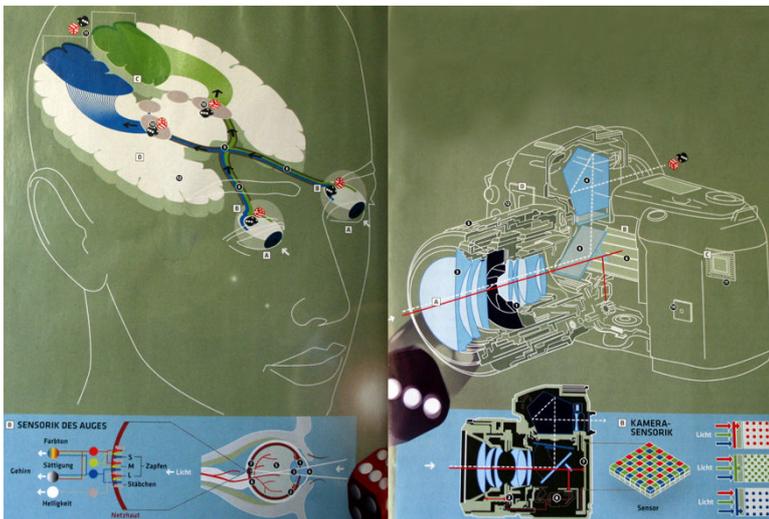
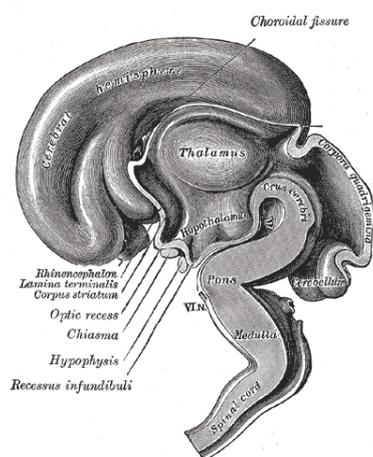


Abb. 7: Infografik, Nicole Krohn

Visuelle Eindrücke werden über die Augen aufgenommen. Das Licht tritt dabei durch eine Öffnung im Auge, der so genannten Pupille, ein. Es wird durch die Kornea und die Linse fokussiert und auf die Retina projiziert, die mit visuellen Rezeptoren besetzt ist. Licht aus der linken Seite der wahrgenommenen Welt fällt auf die rechte Hälfte der Retina und umgekehrt. Ebenso fällt das Licht von oben auf die untere Hälfte der Retina und Licht von unten auf die obere Hälfte. Vergleichbar mit einer Kamera ist das Bild also verkehrt. Diese Inversion des

Bildes bereitet dem Nervensystem kein Problem. Das visuelle System basiert nicht auf einer einfachen Duplikation des Abbildes. Über Nervenbahnen gelangt der visuelle Input jeweils in beide Hälften des Gehirns. Pro Auge kreuzt ein Nervenstrang im Chiasma Optikum<sup>6</sup> die gegenüberliegende Gehirnhälfte. Ein Teil der visuellen Information gelangt so zum Thalamus und von dort zum visuellen Kortex. Ein anderer Teil gelangt in den Colliculus Superior, welcher vor allem für die Kontrolle der Augenbewegungen zuständig ist.

[vgl. Kalat, J. W. (1998). S. 143 ff]



**Abb. 8: Stammhirn**

Im visuellen Kortex werden die visuellen Inputs zu visueller Information weiterverarbeitet. Dieser Bereich des menschlichen Gehirns ist speziell auf die Verarbeitung visueller Sinneseindrücke ausgerichtet. Der visuelle Kortex stellt somit das Sehzentrum des menschlichen Gehirns dar.

„Der optische Apparat wirft auf die Netzhaut ein verkleinertes und verkehrtes Bild, ganz ähnlich, wie das Filmbild im Fotoapparat entsteht.“ [Reutterer, A., 1998]

<sup>6</sup> (aus griechisch *chiasma*, „die Kreuzung“, und *optikó(n)*, „das Sehen betreffend“) Anatomisch gesehen wird die optische Kreuzungsstelle der Sehnerven beider Augen so bezeichnet. [vgl. Wiki\_Chiasma Optikum]

Im Bereich der Wahrnehmungsforschung sind zwei verschiedene Zugänge von Bedeutung. Einerseits untersucht die Neurobiologie mit Hilfe von High-Tech-Methoden, wie die Nervennetzwerke des menschlichen Gehirns arbeiten und welche Teile wofür zuständig sind. Andererseits nimmt die Theorie der menschlichen Informationsverarbeitung das Begriffs- und Methodeninventar der Informatik zu Hilfe, um die Wahrnehmung ausgehend von den Sinnesorganen bis hin zu den resultierenden Erlebnissen zu analysieren.

Im Folgenden werden zwei für den Bereich „Stop-Motion“ grundlegende Aspekte der Sehfähigkeit näher erörtert. Das Verständnis des Tiefensehens ermöglicht uns die meist zweidimensionale Bildwiedergabe mit der Illusion eine dritte Dimension zu zaubern. Auch das Bewegungssehen ist maßgebend für die Funktionalität der Bildaufnahme- und Wiedergabeverfahren.

### **2.3 Tiefensehen**

Man unterscheidet zwischen zwei verschiedenen Arten von Tiefencues: binokulare Tiefencues, welche mit beiden Augen wahrgenommen werden, und monokulare Tiefencues. Binokulares Tiefensehen setzt zwei voneinander getrennte Bildaufnahmesysteme (Stereografie) voraus. Bei dieser Technik entstehen sehr realistische Bilder bzw. Videos, welche aber schon aufgrund des veränderten Gesichtsfeldes, immer als solche erkannt werden. [vgl. Gutmann, 1994, S.102]

Bei der heutigen Bildwiedergabetechnik sind Tiefeninformationen meist gern verwendete Gestaltungselemente, um realitätsnaher produzieren zu können. Unabhängig von der Stereotechnik werden bei „Stop-Motion“ häufig monokulare Tiefeninformationen verwendet, um die Produktion illusorisch um eine Dimension zu erweitern. Weiters werden hier unabhängig von der Bildgestaltung diese verschiedenen Tiefeninformationen an Hand einfacher Beispiele gezeigt.

### 2.3.1 Binokulare Tiefencues

Zu den binokularen Tiefencues zählen die Konvergenz der Augen und die Querdisparation.

#### **Konvergenz der Augen**

Je näher ein betrachtetes Objekt den Augen kommt, desto mehr sind die beiden Augen zueinander gedreht, und desto stärker ist die Konvergenz. Dieser Effekt ist jedoch nur bei sehr nahen Objekten bemerkbar. Weiters gibt die Konvergenz immer nur Tiefeninformationen für ein betrachtetes Objekt. [vgl. Gutmann, 1994, S.102]

#### **Querdisparation**

Durch den natürlich gegebenen Abstand beider Augen ergeben sich leicht unterschiedliche Bilder. Beide Augen werden in reflektorischer Stellung zu dem betrachteten Objekt gebracht, in der die einfallenden Strahlen auf korrespondierende Netzhautstellen eintreffen und mit Hilfe des Gehirns ein Bild wahrgenommen wird. Da beide Augen nicht gleichzeitig verschiedene Entfernungen reflektorisch einstellen können, fallen Strahlen, welche vor oder hinter der Fixationsebene liegen, auf disparate Netzhautstellen. Diese Abweichung der Horizontalen, genannt Querdisparation, bewirkt ein Tiefensehen. [vgl. Reutterer, A., 1998]

### 2.3.2 Monokulare Tiefencues

Die monokularen Tiefencues umfassen Parallaxe, Akkomodation, Luftperspektive, lineare Perspektive, Strukturgradienten, Relative Position, Licht und Schatten sowie bereits bekannte Daten.

#### **Parallaxe (Bewegungsparallaxe)**

Ein sich bewegendes Beobachter sieht weiter entfernte Objekte weniger bewegt als nahe Objekte, da das Netzhautbild des weiter entfernten Objektes weniger weit wandert.

z.B.: Wenn man in einem fahrenden Auto sitzt, hat man den Eindruck, dass nähere Objekte schnell vorbeirasen, weiter entfernte Objekte hingegen nicht.

### **Akkommodation**

Der Krümmungsgrad der Linse im menschlichen Auge dient als Entfernungsmesser (nach Kretch & Crutchfield (1985) nur bis 2 Meter). Durch den seitlich ziehenden Ziliarmuskel verändert sich die Wölbung des Auges. So akkomodiert das Auge, und die Linse passt sich an die Entfernung an.

### **Luftperspektive (Atmosphärische Perspektive)**

Je weiter entfernt sich ein Objekt befindet, desto verschwommener sind die Konturen. Diese Tiefencues sind jedoch nur, wie der Name bereits verrät, in einer Atmosphäre zu beobachten.

z.B.: Bei einer Fotografie von einer Landschaft, abhängig von den physikalischen Bedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchte), kann man die verschiedenen Entfernungen anhand der Verfärbung ins Blaue und der immer mehr verschwommenen Konturen grob abschätzen.



**Abb. 9: Nußendorf, Blick Rax (ca.1km, 15km, 60km, 100km Rax ganz schwach)**

### **Lineare Perspektive**

Objekte wirken umso kleiner und enger beieinander, je weiter entfernt sie vom Betrachter sind.



**Abb. 10: Eisenbahnschiene**

### **Strukturgradienten**

Strukturgradienten hängen mit der Perspektive zusammen. Auf Oberflächenstrukturen, die nicht senkrecht zur Blickrichtung stehen, erscheinen weiter dahinter liegende Punkte dichter zusammengedrängt.

### **Relative Position**

Bei zwei gleich großen Objekten, wird jenes das größer erscheint als näher wahrgenommen. Befinden sich zwei Objekte in derselben Blickrichtung, so erscheint das Objekt näher, welches das andere teilweise oder ganz verdeckt.

### **Licht und Schatten**

Anhand von Schattierungsmustern erhält der Beobachter Auskunft über die vorhandene Tiefe. Tiefenwahrnehmungseindrücke hängen von der Beleuchtung ab. Üblicherweise werden Objekte von oben beleuchtet. Kehrt man dies um und beleuchtet Objekte von unten, so kann daraus eine umgekehrte Tiefenwahrnehmung resultieren. Folglich werden Vertiefungen zu Erhebungen und umgekehrt.

### **Bekannte Daten**

Entfernungsschätzungen erfolgen auch auf der Basis des bereits beim Beobachter vorhandenen Wissens über ein Objekt. Auch die Entfernungs- und Größenschätzungen anderer Objekte in der gleichen Blickrichtung können anhand der Orientierung an bereits vorhandenem Wissen erfolgen, indem der Betrachter diese Objekte in Relation zu dem bekannten Objekt betrachtet. [vgl. Gutmann, 1994, S.103]

## **2.4 Bewegungssehen**

Hier werden die grundlegenden Effekte der visuellen Wahrnehmung des Menschen beschrieben, die für fließende Bewegungen einer „Stop-Motion“ verantwortlich sind. Genauer gesagt würden ohne diese Effekte Kino, Fernsehgerät in PAL oder NTSC Format und auch der PC-Bildschirm unbrauchbare Visualisierungen darstellen.

Beobachtungen eines immer schneller drehenden Speichenrades lassen erkennen, dass die optische Wahrnehmung auf Einzelbilder mit einer bestimmten Framerate basiert. Sobald die maximale Bildabtastrate erreicht wird, bekommt man den Eindruck als würde sich das Rad immer langsamer drehen bis es sich anschließend in die entgegengesetzte Richtung dreht. Tiere haben ein ähnliches Prinzip der Wahrnehmung, jedoch ist dieses an deren Lebenssituation besser angepasst. So hat eine Fliege eine viel höhere Bildfrequenz als wir Menschen, die sich im Bewegungssehen sehr drastisch auswirkt. So sieht eine Fliege schnelle Bewegungen wie in Zeitlupe, in etwa zweimal so langsam als das menschliche Auge, da das Gehirn der Fliege eine ca. doppelt so hohe Framerate wie der Mensch besitzt. Im Gegenzug sind sehr langsame Bewegungen für sie nicht mehr als solche wahrzunehmen.

### 2.4.1 Allgemeines

Die Bewegungswahrnehmung des Menschen wird durch

1. eine vorhandene bzw. fehlende Netzhautabbildungsverschiebung,
2. Körperzustandsinformationen und
3. Erfahrung

bestimmt.

Zu 1) man spricht von Bewegungssehen, wenn

- a) das Netzhautbild desselben Reizes ohne aktive Augenbewegung, über die Retina geleitet wird und
- b) das Netzhautbild desselben Reizes bei Augenbewegung, stationär bleibt. [vgl. Gutmann, 1994, S.108]

Dass trotz eines stationären Netzhautbildes Bewegungssehen erfolgt, wird mit dem so genannten Reafferenzprinzip erklärt, nach welchem jede fehlende Übereinstimmung zwischen der Efferenzkopie und der Reafferenz zum Bewegungssehen führt.

**Efferenz:** Innervationsbefehl an die Augenmuskeln

**Efferenzkopie:** Kopie dieses Befehls für das Gehirn

**Afferenz:** Bildverschiebung auf der Retina (aufgrund der Augenbewegung)

**Reafferenz:** Rückmeldung der Afferenz an das Gehirn

Zu 2) Bewegt man den Kopf, werden trotz eines geleitenden Netzhautbildes auf der Retina ruhende Objekte nicht bewegt gesehen, da die eigene Körperbewegungsinformation bei der Wahrnehmungsinterpretation in Rechnung gestellt wird. Bei fehlenden oder nicht korrekten Informationen über den eigenen Körperzustand (wie z.B. bei Alkoholkonsum) kann es zum Bewegungssehen von ruhenden Objekten kommen.

Zu 3) Versuche mit Umkehrbrillen zeigen, dass infolge von mangelnder Erfahrung mit neuen optischen Situationen, auch ruhende Objekten bewegt gesehen werden. [vgl. Gutmann, 1994, S.108]

## 2.4.2 Effekte und Phänomene

Im Bereich des Bewegungssehens gibt es zahlreiche Effekte, die durch unterschiedliche Bedingungen hervorgerufen werden können. Im Folgenden werden die für den Bereich „Stop-Motion“ wichtigsten Wahrnehmungsphänomene herausgegriffen und näher beschrieben.

- Das Phi-Phänomen
- Das Nachbild
- Die Flimmerverschmelzungsfrequenz
- Der Stroboskop-Effekt
- Die induzierte Bewegung

Zusätzlich werden Erklärungen bzw. Erklärungsversuche zu der Entstehung oben genannter Phänomene gegeben.

## 2.4.3 Das Phi-Phänomen

Hierbei handelt sich um ein optisches Phänomen, wo mehrere stationäre, nacheinander aufleuchtende Lichter als ein bewegtes Licht wahrgenommen werden (vgl. Gutmann, 1994). Um das Phi-Phänomen hervorzurufen, werden zwei oder mehrere Lichter benötigt, die in einem bestimmten Abstand zueinander stehen. Auch die Entfernung zwischen den Lichtern und dem Beobachter darf nicht zu gering ausfallen. Das Zeitintervall zwischen dem Aufleuchten sollte ca. 0,06 Sekunden betragen. Die Bewegungswahrnehmung des Lichtes wird darauf zurückgeführt, dass die Reizbedingung der einzelnen aufblinkenden Lichter jener eines einzigen tatsächlich bewegten Reizobjektes sehr ähnlich ist. Infolge dessen entsteht dasselbe Netzhaut-

bild, und es wird die Bewegung eines Objektes bzw. Lichtes gesehen. [vgl. Gutmann, 1994, S.107]

„Das Phi-Phänomen sagt uns also nichts anderes über das Bild-Netzhaut-System, als dass dessen Forderungen in vernünftigen Grenzen gehalten sind. Und dies macht Film und Fernsehen wirtschaftlich möglich.“ [vgl. Gregory, R.L. (1966)]

#### **2.4.4 Das Nachbild**

Zu den Phänomenen und Effekten des Bewegungssehens zählen auch die Bewegungsnachbilder. Diese beruhen auf den Ermüdungserscheinungen der Sehnerven der Netzhaut. Einfach beschrieben werden sie anhand des Wasserfalleffekts, und andererseits durch die Exner'sche Spirale.

##### **Der Wasserfalleffekt**

Wenn man über längere Zeit einen Wasserfall oder ähnliches betrachtet und anschließend den Blick auf eine ruhende Fläche richtet, entsteht der Eindruck, als würde sich diese in entgegengesetzte Richtung bewegen.

##### **Die Exner'sche Spirale**

Grundlage dieses Effekts ist eine drehbare Scheibe, auf der eine Spirale aufgezeichnet ist. In Abhängigkeit von der Rotationsrichtung entsteht der Eindruck, dass sich die Spirale während der Drehbewegung ausdehnt und bei anschließendem Stopp kontrahiert oder umgekehrt.

Einige Forschungsarbeiten haben sich mit diesen Phänomenen auseinandergesetzt, unter anderem Hubel und Wiesel. Sie konnten zeigen, dass unterschiedliche neuronale Kanäle für unterschiedliche Bewegungsrichtungen zuständig sind. [vgl. Hubel & Wiesel (1962), S. 106-154.]

Gregory führt weiters aus, dass bei längerem Blick auf den Wasserfall bzw. die Drehscheibe die dafür zuständigen neuronalen Kanäle adaptieren oder ermüden. Seiner Meinung nach re-

sultiert daraus ein Ungleichgewicht im Bewegungssystem und folglich wird die Wahrnehmung in entgegen gesetzter Richtung induziert. [vgl. Gregory, R. L. (1972)]

### **2.4.5 Die Flimmerverschmelzungsfrequenz**

Um die Flimmerverschmelzungsfrequenz hervorrufen zu können, wird ein stationäres Licht benötigt, das wiederholt ein- und ausgeschaltet wird. Bei langsamer Ein- und Ausschaltgeschwindigkeit werden diskrete Reize wahrgenommen. Wenn die Darbietungsgeschwindigkeit die so genannte Sukzessionsgrenze von bis zu 25 Reizen pro Sekunde (vgl. Gutmann, 1994) übersteigt, wird ein Flimmern bzw. ein einziger flackernder Lichtreiz erlebt. Erhöht man die Geschwindigkeit weiter, so resultiert die Wahrnehmung eines konstanten Dauerlichtes. Dieses Phänomen, wo sehr schnelle einzelne Lichtreize als dauerhaftes Licht erscheinen, nennt man die Flimmerverschmelzungsfrequenz. Laut Gutmann liegt diese, in Abhängigkeit der jeweils gegebenen physikalischen Bedingungen, bei ca. 30 bis 50 Reizen pro Sekunde. Je heller die Lichtintensität ist, desto höher liegt auch die Flimmerverschmelzungsfrequenz.

Die Entstehung dieses Phänomens lässt sich durch die Trägheit des optischen Wahrnehmungssystems erklären. Gutmann: „Da die ausgelöste Empfindung länger andauert als der gegebene Reiz, wird die Wahrnehmung bei zunehmender Geschwindigkeit infolge des begrenzten Auflösungsvermögens immer ungenauer.“ [Gutmann (1994), S. 109]

### **2.4.6 Der Stroboskop-Effekt**

Wenn bewegte Objekte als stillstehend wahrgenommen werden, spricht man vom Stroboskop-Effekt. Ein Beispiel dafür ist ein Ventilator, der sich mit einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit von 100 Umdrehungen pro Sekunde bewegt, und der mit einer zahlenmäßig gleichen Frequenz von 100 Lichtblitzen pro Sekunde beleuchtet wird. Wenn nun das zeitliche Auflösungsvermögen nicht überschritten wird, scheint der Ventilator still zu stehen.

Erklären lässt sich dieser Effekt dadurch, dass bei jedem Lichtblitz immer die gleiche Stelle am Ventilator zu sehen ist. Entscheidend ist hier folglich die übereinstimmende Frequenz von Bewegung und Beleuchtung.

### **2.4.7 Die induzierte Bewegung**

Bei der induzierten Bewegung wird die Bewegung eines Objektes auf ein eigentlich stationäres Objekt übertragen. Dadurch wird das bewegte Objekt als ruhig wahrgenommen und das stationäre Objekt erscheint bewegt. Ein Beispiel dafür sind bewegte Autos in Filmaufnahmen. Hinter einem still stehenden Auto werden Landschaftsattrappen vorbeigezogen. Dadurch wird der Eindruck erweckt, als würde das Auto fahren und die Landschaft sich nicht bewegen. Die Entstehung dieses Phänomens wird auf die Erfahrungskomponente bei der Wahrnehmungsinterpretation zurückgeführt. Laut Gutmann lehrt uns die Erfahrung, dass sich kleine Objekte mit größerer Wahrscheinlichkeit bewegen als größere. Ebenso entspricht es nicht dem menschlichen Erfahrungsschatz, dass sich Landschaften oder Räume bewegen. Im Gegenteil, wir gehen davon aus, dass diese immer still stehen. [vgl. Gutmann, 1994, S. 109]

## **2.5 Die visuelle Informationsverarbeitung**

Nach der funktionalen Theorie von David Marr (1982) verläuft die Verarbeitung visueller Informationen über drei modulare Verarbeitungsstufen, die vom visuellen Eindruck in Form des Netzhautbildes ausgehen. Auf jeder Stufe wird der Input verarbeitet und transformiert. Der folgende Output wird in der nächsten Stufe wiederum als Input weiterverarbeitet.

Den Ausgangspunkt stellt das Netzhautbild dar. Es beruht funktionell auf der Energieverteilung in der Fläche und basiert auf der Intensität und der Frequenz an den Rezeptorelementen.

Die erste Stufe ist die so genannte Primärskizze. Hierbei handelt es sich um Grundinformationen im zweidimensionalen Bild. Weiters erfolgt auf dieser Ebene die Verteilung und die

Organisation von Intensitätsänderungen. Elementar sind hier Nulldurchgänge, Flecken, Anfänge, Enden, Kanten, Diskontinuitäten, virtuelle Konturen, Gruppen und Grenzen.

Die zweite Ebene bezeichnet Marr als 2 ½ -D Skizze. Diese ist gekennzeichnet durch Orientierung, Tiefe, Konturen und Diskontinuitäten von Oberflächen. Auch das betrachterzentrierte räumliche Koordinatensystem ist auf dieser Stufe anzusiedeln. Es resultieren u. a. die lokale Oberflächenorientierung und die Wahrnehmung von Entfernungen vom Betrachter. Hier spielt sich meist das tatsächliche Seherlebnis ab.

Stufe drei, die Endstufe des tatsächlichen Seherlebens, stellt das 3-D Modell dar. Dieses umfasst die räumliche Beschreibung von Formen, die modulare hierarchische Repräsentation volumetrischer Elemente, sowie ein objektzentriertes räumliches Koordinatensystem. Das Ergebnis sind dreidimensionale Modelle räumlicher Gebilde und volumetrischer Grundformen. Weiters ist die räumliche Konfiguration typischer Achsen im 3-D Modell enthalten. Auf dieser Ebene fließen die bisherigen Erfahrungen und das bereits vorhandene Wissen des Menschen mit ein. Die Objekterkennung von beispielsweise alltäglichen Gegenständen erfolgt durch einen Vergleich der wahrgenommenen Objekte mit Repräsentationen im dreidimensionalen Wissensmodell. Objekte werden folglich auch unabhängig von der Perspektive des Betrachters erkannt. [vgl. Marr, D. (1982)]

## **2.6 Die Grenzen der Wahrnehmung**

Die Grenzen unserer optischen Wahrnehmung sind nicht nur vom physischen Aufbau unseres Auges abhängig, hauptverantwortlich ist unser Nervenzentrum - das Gehirn. So ist zwar für die Auflösung und den Kontrast das Auge mit ihrer Retina verantwortlich, jedoch ist für das Bewegungssehen unsere Rechenstelle verantwortlich. Im Laufe der Evolution hat sich unser Bewegungssehen auf das Umfeld angepasst. So können wir Menschen problemlos auf uns geworfenen Gegenständen ausweichen, aus dem fahrenden Auto Ortstafeln lesen, aber kein Gras wachsen sehen.

Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, werden die Grenzen der Wahrnehmung für die zweidimensionale Realitätswiedergabe vorgezogen. Anhand der bereits dargebotenen Effekte und Phänomene des Bewegungssehens können somit die Grenzen zur fließenden Bewegung mit Hilfe von Einzelbildern festgehalten werden.

Von besonderer Bedeutung ist die direkte Bewegungsempfindung, die so genannte Kineoskopie. Sie erfolgt durch eine Schlussfolgerung die wir aus dem Sukzessivvergleich, zeitlich voneinander getrennter Eindrücke, ziehen können. Damit eine Veränderung der Lage einen unmittelbaren Bewegungseindruck hervorruft, muss eine Winkelgeschwindigkeit von ein bis zwei Bogenminuten pro Sekunde zurückgelegt werden. Wobei einen Millimeter Bildgröße gemessen auf der Netzhaut, einen Winkel von ca. 200 Bogenminuten entspricht. [vgl. Tschermak-Seysenegg (1947), S. 147]

„Um den Eindruck einer stetigen Orts- oder Gestalt- Veränderung zu erzeugen, genügt infolge der Trägheit unseres Sehorgans die Darbietung von 10 bis 20 (im Mittel 16) Einzelbildern in der Sekunde. Die erforderliche Mindestanzahl ist, vor allem abhängig von der Leuchtdichte und vom Zustand des Auges, aber auch von der Geschwindigkeit der fotografisch registrierten Bewegung. Durch die Trägheit, besonders durch die Erregungsnachdauer kommt es dazu, dass rhythmische Einwirkungen desselben Lichtes jenseits einer gewissen kritischen Häufigkeit des Wechsels (der so genannten Verschmelzungsfrequenz) denselben Eindruck erweckt wie dieselbige Darbietung desselben Lichtes auf einer geringeren Intensitätsstufe. Die Grundlage für ein solches Verhalten ist in der Gleichheit der Produkte von Reizstärke und Reizdauer, gegeben. Oberhalb der Flimmergrenze ist der Effekt rhythmischer Reizung völlig unabhängig von der Periodenlänge und dem Verhältnis von Reizdauer zu Pause.“ [vgl. Tschermak-Seysenegg (1947), S. 43]

Die absolute Reizschwelle für punktförmige Lichtquellen und weißes Licht, gemessen am Ort des Auges, liegt zwischen  $0,001$  und  $0,002 \times 10^{-6}$  Lux Beleuchtungsstärke. Bei lichtloser Umgebung ist eine Beleuchtungsstärke von  $0,002 \times 10^{-6}$  Lux erforderlich. Ab einem Lichtreiz von 47 Quanten pro Sekunde wird dieses als Licht wahrgenommen. Bei Sonnenlicht zur Mit-

tagszeit im Sommer kommt man auf 1 000 000 Lux, hingegen bei Vollmond auf 0,2 Lux. [vgl. Tschermak-Seysenegg, (1947), S. 3 und S. 40]

### **2.6.1 Anwendung bei Film und Fernsehen**

Film und Fernsehen basieren auf den Grenzen des menschlichen Wahrnehmungssystems und nutzen unter anderem das Wissen über die Effekte des Bewegungsehens.

Bei einem Film wird eine Serie von ruhenden Bildern dargeboten, die als kontinuierlicher Bewegungsablauf wahrgenommen werden (24 Bilder pro Sekunde in einem Tonfilm und 16 bis 18 Bilder pro Sekunde in einem Stummfilm). Dies beruht auf zwei verschiedenen Eigenschaften des visuellen Systems: einerseits der Trägheit des Sehvorgangs (der so genannten Flimmerverschmelzungsfrequenz) und andererseits dem Phi-Phänomen.

Bei Projektoren wird jedes Bild in rascher Folge dreimal hintereinander gezeigt. Werden 24 Bilder pro Sekunde gezeigt, so beträgt die Flimmerfrequenz hier 72 pro Sekunde.

Beim Fernsehen wird hingegen das Bild nicht als Ganzes angeboten. Es basiert auf dem Zeilensprungverfahren, d.h. es ist aus schmalen Zeilen aufgebaut, welches das Flimmern verringert. [Gregory, R.L. (1966), S. 110 ff]

Werden Kinofilme mit PAL Geräten angesehen, so wird durch die unterschiedlichen Framerraten die Gesamtspieldauer verkürzt. Jedoch werden solch geringe Laufzeitunterschiede vom Menschen kaum wahrgenommen. Bei der Tonwiedergabe, die um einen Halbton höher erfolgt, wird aufgrund der besseren Auflösung der akustischen Wahrnehmung der Unterschied eindeutiger wahrgenommen.

Alle diese Systeme sind sehr veraltet und mit technischen Realisierungskompromissen behaftet, welche noch aus der Vorkriegszeit stammen. So sind Fernsehgeräte im Zeilensprungverfahren an die Grundfrequenz der Wechselstromversorgung angebunden. Folglich gibt es eine zusätzliche Erklärung warum sich in vielen Ländern die bessere PAL Farbwiedergabe nicht durchsetzen konnte.

Neue Entwicklungen, wie der im Jahr 2002 erstmals vorgestellte Fogscreen, sind Vorboten der neuen Techniken, um die Realität abzubilden. Die Einzigartigkeit dieser Projektionstechnik liegt darin, dass anstatt einer festen Projektionsfläche ein Nebel verwendet wird. Auf diesem Projektionsfeld entstehen dennoch brauchbare Bilder, und diese bewegten Bilder können vom Betrachter durchschritten werden. Jedoch werden diese Nebelwände mit den derzeit im Handel befindlichen Projektoren kombiniert. Dabei liegt die natürliche Grenze nicht nur in der begrenzten Auflösung der Projektoren, sondern auch im Wasserdampfnebel, welcher bei großen Projektionsflächen, ab einer gewissen Fallzeit, nicht die benötigte Homogenität beibehält. Dennoch kommen wir mit solchen Innovationen dem Traum eines so genannten „Holodeck“ immer näher.

### 3 STOP-MOTION

„Stop-Motion“ ist eine spezielle Animationstechnik (Animation bedeutet „zum Leben Erwecken“), die mit Hilfe von Einzelaufnahmen, unbeweglichen Objekten Leben einhaucht.

Alfred Clark hat in seinem Film „The Execution of Mary, Queen of Scots“ 1895 die Kamera während einer Szene, wo Mary gehängt wird, angehalten, und die Schauspielerin mit einer Puppe ausgetauscht. Somit gilt er als Erfinder der Stop-Motion Technik. [vgl. DMA]

Georg Melies<sup>7</sup> schreibt 1896 über den Stopptrick folgendes:

„Eine Panne des Apparats, dessen ich mich anfangs bediente (ein ganz einfacher Apparat, in dem der Film oft zerriß oder hängenblieb und nicht weiterlaufen wollte), hatte eine unerwartete (!) Wirkung, als ich eines Tages ganz prosaisch die Place de l'Opera photographierte (!). Es dauerte eine Minute, um den Film freizubekommen und die Kamera wieder in Gang zu setzen. Während dieser Minute hatten die Passanten, Omnibusse, Wagen sich natürlich weiterbewegt. Als ich mir den Film vorführte, sah ich an der Stelle, wo die Unterbrechung eingetreten war, plötzlich einen Omnibus der Line Madeleine-Bastille sich in einen Leichenwagen verwandeln und Männer zu Frauen werden. Der Trick durch Ersetzen, Stopptrick genannt, war gefunden, und zwei Tage später begann ich damit, Männer in Frauen zu verwandeln und Menschen und Dinge plötzlich verschwinden zu lassen.“

[Méliès, 1963 S. 25]

---

<sup>7</sup> Georges Melies, ein Zauberkünstler, der sich zu einem der wichtigsten Produzenten und Regisseure des frühen Kinos entwickelte. [vgl. Wiki\_Melies]

### 3.1 Wichtige Errungenschaften

Im Folgenden werden wichtige Errungenschaften ausgehend von den ersten bewegten Bildern bis hin zum Kino dargestellt. Bereits Höhlenmalereien von vor ca. 30.000 Jahren sind Zeugnisse der Bedürfnisse der Menschen, die Grenzen der Visualisierung zu überschreiten. Bereits hier sind Andeutungen von Bewegungen mit Hilfe unterschiedlicher Beinstellungen der Tiere zu erkennen.

Auch das Turiner Grabtuch, eine Art Fotografie, welches unumstritten bis in das Jahr 1353 zurückverfolgt werden kann, zeigt wie wichtig es den Menschen war, ein Abbild des Momentes festzuhalten. Dass es sich hierbei um ein Negativabbild handelt, ist erst am 28. Mai 1898 Second Pia<sup>8</sup> aufgefallen.

Johannes Schnurr: „1999 beschlossen das Kunsthistorische Institut und die Universitätsbibliothek Heidelberg nach langjährigen Vorarbeiten, 27 mittelalterliche Handschriften zu fotografieren und digitalisieren. Und während dieser Arbeit, von deren diversen Schwierigkeiten noch die Rede sein wird, widerfuhr der Kunsthistorikerin Lieselotte E. Saurma und der Bibliothekarin Maria Effinger im Frühjahr 2001 ein kleines Wunder. Als nämlich alle Daten und Bilder endlich im Computer gespeichert waren, drückten die beiden versuchsweise auf schnellen Vorlauf. Und siehe da: „Plötzlich erwachten die fast 600 Jahre alten Bilder auf dem Schirm zum Leben und schienen sich wie ein Comicfilm vor uns zu entfalten“, staunte Saurma. Die alten Handschriften erschienen in einem völlig neuen Licht. Einige Bücher entpuppten sich als regelrechte Daumenkinos. Zwar wussten sie nach über zehnjähriger Forschungsarbeit, dass einzelne Bildfolgen in ihren Lieblingshandschriften aufeinander aufbauen. Aber die Flüssigkeit, mit der die Bilder da über den Bildschirm rauschten und Geschichten erzählten, war einfach wunderbar.“ [ Johannes Schnurr\_Die Zeit]

---

<sup>8</sup> Rechtsanwalt und Mitglied eines Amateurfotografievereins in Turin [vgl. <http://www.heiliggeistseminar.de/turin.htm>]

Diese und viele andere vergessene und vielleicht in Zukunft von der Wissenschaft wieder neu entdeckte Beispiele, sollen das Interesse des Menschen bzw. den Versuch Bilder zu bewegen zeigen, ohne sie näher zu dokumentieren.

Dieses Kapitel soll die rasche Entwicklung der bewegten Bilder anführen, die Anfang des 19. Jahrhunderts durch zahlreiche Publikationen über die optische Wahrnehmung bewegter Bilder ihren Anfang hat. Dabei sind Erfindungen wie die Fotografie und mechanische Filmprojektoren von der „Stop-Motion“ Produktion nicht wegzudenken. Weiters wurde versucht relevante Techniken chronologisch zu ordnen, wobei alle Techniken, anhand der im Kapitel **2.3.2 Effekte und Phänomene** erklärten Effekte der menschlichen Wahrnehmung, nachvollzogen werden können.

### 3.1.1 Traumatrop

Das Wort Traumatrop stammt aus dem Griechischen: thauma = Wunder und tropos = Wendung. Der englische Arzt John A. Paris erfand 1825 das Traumatrop, eine Papierscheibe mit zwei komplementären Bildern, die horizontal mit zwei Schnüren drehbar befestigt ist. Zieht man an den Fäden so versetzt es die Scheibe in eine Drehbewegung, die je nach Geschwindigkeit, für den Betrachter beide Bilder verschmelzen lässt.

z.B. eine Drehscheibe mit einem Vogel und einem Käfig: es scheint für den Betrachter als würde der Vogel im Käfig sitzen. [vgl. Geschichte]

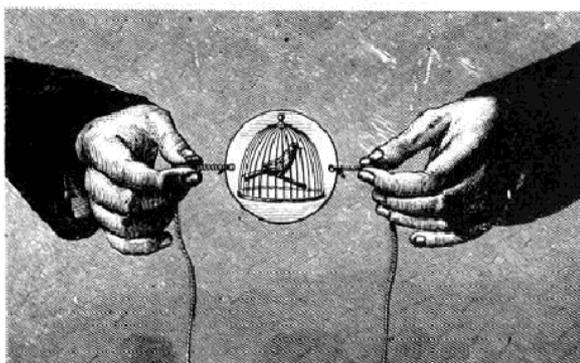


Abb. 11: Praxinoskop, Paris, um 1890

### 3.1.2 Fotografie

Die Fotografie (vom Griechischen „phos“ = Licht und „grapho“ = zeichnen) tastet die Amplitude des Lichts ab, allerdings nicht linear über das gesamte von Menschen gesehene Spektrum hinweg. [vgl. Theorie\_Medien]

„Das Hologramm tastet die Amplitude und Phase des Lichts ab, wobei die Verwendung von einem polarisierten Laser eine 30-40fache Auflösung zulässt. Da es für Hologramme derzeit keine Alternativen zur Reproduktion an anderen Anzeigesystemen gibt, steckt hier noch sehr viel Potenzial in der Forschung, zeitlich bewegte Hologramme verlustfrei darzustellen.“

Joseph Nicéphore Niépce stellte 1826 die erste lichtbeständige Fotografie her. Dafür verwendete er eine mit Asphaltlack beschichtete Kupferplatte und belichtete diese Platte von seinem Arbeitsfenster 8 Stunden lang. Louis Jacques Mandé Daguerre verbesserte das Verfahren mit neuen Chemikalien, und konnte so die Belichtungszeit auf ca. 20 Minuten reduzieren. Weitere Entwicklungen mit Hilfe von Chemikalien und optische Linsensysteme reduzierten die Belichtungszeit auf eine geforderte Dauer von weniger als einer 1/3000 Sekunde. Somit konnte der Moment einer Bewegung festgehalten werden. Näheres dazu auch im **Kapitel 3.1.3 Zoopraxiskope** von Edward James Muybridge. [vgl. Fotografie\_Zeit]



Abb. 12: ältestes erhaltenes permanentes Foto von Nicéphore Niépce, Paris, 1826

Viele Jahre war das chemische Bildaufnahmeverfahren die einzige Möglichkeit ein zweidimensionales Foto zu bekommen. Nur die Größe der Kamera und deren Bildformat wurden an die Konsumentenwünsche angepasst. Aber auch die Chemie wurde stets weiterentwickelt, um den unterschiedlichen Anforderungen wie zum Beispiel der Astrofotografie gerecht zu werden.

**Digitale Weiterentwicklung:**

Steve J. Sasson, ein Ingenieur bei Kodak, hatte den Auftrag bekommen, eine Fotokamera zu entwickeln, welche ohne Film auskommt. So erfand er mit Hilfe der CDD Vorentwicklung im Jahre 1975 die erste richtige Digitalkamera. Es dauerte noch ca. weitere dreißig Entwicklungsjahre, bis die Digitalkamera die Konsumentenwelt überflutet hatte. [vgl. Wiki\_Fotografie]

In der analogen wie auch in der digitalen Fotografie sind drei Größen für Konsumenten relevant:

**Die Indexikalität des Bildes:** Ein Foto ist nicht nur ein Bild, sondern buchstäblich eine Spur, ein Abdruck des fotografierten Gegenstandes. Das Licht, welches vom Gegenstand reflektiert wird, fällt durch das Linsensystem (Objektiv) und verändert die lichtempfindliche Emulsion. Diese wird chemisch abgetastet bzw. verändert die Ladung am CCD/CMOS Sensor und wird so elektronisch abgetastet. Diese Abtastung verleiht fotografischen Bildern Dokumentencharakter.

**Kurze Belichtungszeit:** Diese lässt Bewegungen bzw. Handlungen erstarren und somit verleiht die Fotografie einen Blick in sonst ungesehene Momente.

**Die Reproduzierbarkeit:** Digitale sowie auch analoge Fotografien lassen sich beliebig oft kopieren.

[vgl. Theorie\_Medien]

## **Verzerrungen und Perspektive**

Eine Fotografie entspricht dem Netzhautbild und nicht der Szene wie wir sie sehen. Weiter entfernte Objekte sehen auf einem Foto deutlich kleiner aus. Dies führt beispielsweise dazu, dass eine imposante Bergkette fotografiert „zu einer erbärmlichen Reihe von Maulwurfshügeln“ wird. Vor allem, wenn die Kamera nicht horizontal gehalten wird, können Fotografien verzerrt aussehen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Fotografie eines Turmes von unten schräg nach oben. Die visuelle Erfahrungskompensation beim Aufwärtssehen ist weniger gut ausgeprägt. Um diesen Effekt zu beeinflussen, muss bereits bei der Schaffung von Objekten darauf Rücksicht genommen werden. Gute Beispiele hierfür sind der Markusplatz von Venedig oder auch der Campanile von Giotto in Florenz. Der Markusplatz ist tatsächlich nicht rechtwinklig, sondern divergiert zur Kathedrale hin. Betrachtet man diesen über den Platz hinweg zur Kathedrale hin, erscheint er dadurch als wirkliches Rechteck. [vgl. Gregory, A. L. (1966), S. 175]

Dies zeigt deutlich, dass perspektivische Erkenntnisse bereits in der Geschichte Einfluss hatten und so genannte Entstellungen der Wirklichkeit zur besseren Anpassung an das Auge und Gehirn genutzt wurden. Auch bei „Stop-Motion“-Produktionen kann also die Wirkung der Einzelbilder durch die Wahl der Objekte und der entsprechenden Perspektive beeinflusst werden.

### **3.1.3 Phenakitiskope**

Das Phenakitiskope (aus dem Griechischen „phenakizein“ = durch falsche Vorspiegelungen täuschen und „skopeô“ = schauen, sehen) wurde von Joseph Plateau und dem Wiener Simon Stampfer in den Jahren 1832 und 1833 unabhängig voneinander entwickelt. Plateau nannte seine Erfindung Phantaskop, Stampfer nannte sie „stroboskopische Scheiben“. Dabei handelt es sich um zwei Drehscheiben, wovon eine mit Sichtfenstern und die andere mit Zeichnungen, ausgestattet sind. Die Bilder, von deren jedes durch ein Sichtloch sichtbar ist, unterscheiden sich nur geringfügig voneinander. Dreht man die Scheiben, so sieht der Betrachter durch die

Sichtfenster diese Bilder bewegt. Das Stroposkop wird jedoch nur als optisches Spielzeug verkauft. [vgl. Geschichte\_Phenakistiscope] [vgl. DMA]

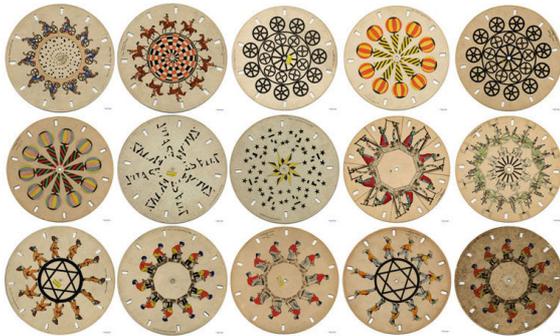


Abb. 13: nach Simon Stampfer, Trendsensky Verlag Wien, 1983

### 3.1.4 Daumenkino

Das erste Daumenkino ist ein Abblätterbuch, welches von John Barnes Linnet mit dem Namen Kineograph im Jahre 1868 patentiert wurde. Da es zur dieser Zeit noch keinen Projektor für bewegte Bilder gab, war somit eine sehr einfache Methodik geschaffen, die es mit geringem Aufwand ermöglicht, Filme anzusehen. Auch heute noch findet diese Technik, leblosen Bildern Leben einzuhauchen, große Beliebtheit. [vgl. DMA]

### 3.1.5 Zoetrop

Beim Zoetrop (aus dem Griechischen „zoe“ = Leben und „tropo“ = wenden), auch „wheel of life“ genannt, handelt es sich um eine drehbare Trommel mit Schlitzen, durch die man auf den inneren Torus blicken kann. Auf diesem befinden sich gezeichnete Bewegungsphasen, die in derselben Anzahl wie die Schlitze angebracht sind. Auf Grund der Trägheit des menschlichen Auges verschmelzen diese einzelnen Phasen zu einer Bewegung. Inspiriert von der Erfindung des Phenakistiscope, veröffentlichte William George Horner im Jahr 1834 das Gerät der optischen Illusion mit dem Namen Daedaleum. Hierbei handelt es sich um einen Vorläufer, der Kinematographie. [vgl. Wiki\_Zoetrop] [vgl. DMA]



Abb. 14: Zoetrop

### 3.1.6 Zoopraxiskop

Der Fotograf Eadweard Muybridge entwickelte 1870 dieses Projektionsgerät für seine chronofotografisch erzeugten Bilder. Ein Zoopraxiskop (griechisch: „zoo“ = Leben, „praxis“ = tun / anwenden, „skopeô“ = schauen / sehen), Vorläufer des Filmprojektors, ist ein scheibenförmiges Stroposkop, welches mit Hilfe einer Glühlampe die Einzelaufnahmen in einer Folge auf eine Leinwand projiziert.

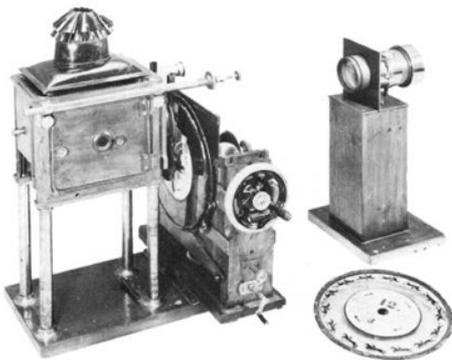


Abb. 15: Zoopraxiskop

Bekannt wurde Eadweard Muybridge durch seine Phasenfotografien von Bewegungsabläufen von Mensch und Tier. Er dokumentierte die Bewegung vieler Tiere wissenschaftlich. [vgl. Wiki\_Zoop] [vgl. Geschichte] [vgl. DMA]

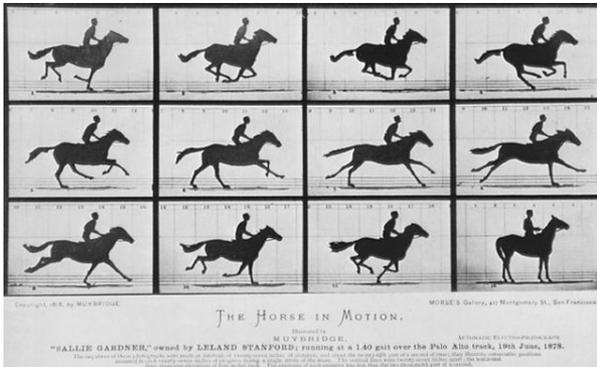


Abb. 16: „The Horse in Motion“, Eward Mybridge

### 3.1.7 Praxinoskop

Emile Reynaud ließ seine Erfindung, das Praxinoskop (griechisch: „praxis“ = tun / handeln und „skopeō“ = schauen, sehen), im Jahre 1877 patentieren. Dieses optische Theater verbesserte er 1888, indem er mit Hilfe der magischen Laterne die Bilder an die Wand projizierte. Dies gelang ihm dadurch, dass er in die Trommel Fenster einfügte und diese mit Glasbildern bestückte. Um längere Abspielzeiten zu ermöglichen, können auch gemalte Folienbänder verwendet werden. Diese Folienbänder, die bereits gelocht sind, ermöglichen mit Spulen als Abspielhilfe bereits eine Abspieldauer von 15 Minuten. [vgl. DMA]



Abb. 17: Praxinoskop, Paris, um 1890

### 3.1.8 Mutoskope

Das Mutoskope (griechisch-lateinisch: „muto“ = stumm und „skopeô“ = schauen / sehen) ist eine mechanische Form des Daumenkinos, patentiert von Herman Casler im Jahre 1894. Dieses Abblätterbuch, das mit einer Handkurbel angetrieben wird, kann bis zu 1000 Seiten und somit 1000 Einzelsequenzen beinhalten. Weiterentwickelt mit einem Münzautomaten, unterhielt es in der damaligen Zeit die Menschen auf Jahrmärkten.



Abb. 18: Mutoskope, Wien um 1900

### 3.1.9 Cinematograph

Die Gebrüder Louis und Auguste Lumière entwickelten 1895 das erste Filmaufnahme-, Wiedergabe- und Kopiergerät. Am 28. 12. 1898 zeigten Sie im Grand Cafe in Paris ihren ersten Dokumentarfilm. Dieses Datum ist als Geburtsstunde des Kinos in die Geschichte eingegangen.



Abb. 19: Cinematograph

Die Brüder schufen so den Siegeszug eines neuen Mediums und zogen immer mehr Menschen zu ihren Filmvorführungen, wo unter anderem alltägliche Situationen wie die Fütterung eines Babys gezeigt wurden. Besonders beeindruckt waren die Zuseher von dem Kurzfilm "*L'arrivée d'un train en gare de La Ciotat*", wo bei der Ankunft eines Zuges im Bahnhof eine Lokomotive dicht an der Kamera vorbei rast. Einige Zuseher sprangen vor Angst angeblich hinter die Sitzbänke. Später ermöglichten sie mit Dokumentationen von politischen und militärischen Ereignissen dem Publikum das Gefühl, große Augenblicke als Augenzeugen mitzuerleben. [vgl. 1895\_Die Lumières]

Eine Weiterentwicklung von derart interessanten mechanischen Bildwiedergaben und Bildaufnahmen wurde leider von der elektronischen Bildspeicherung gebremst, wenn nicht sogar verhindert.

Die Holografie könnte hier für einen Aufschwung alter Techniken sorgen, da es bis heute noch nicht gelungen ist, die chemisch entstandenen Hologramme unkomprimiert in elektronischer Form zu speichern.

### **3.1.10 Das Kino**

Das Pathè Cinéma, gegründet von den Brüdern Charles und Emile Pathé am 28. Dezember 1897, wuchs kometenhaft binnen kürzester Zeit zur führenden Filmgesellschaft Frankreichs heran und beherrschte bald auch den internationalen Markt bis zu Beginn des ersten Weltkriegs. Sie beschäftigten Regisseure und hunderte von Mitarbeitern, die zumeist mit Massenproduktionen billiger Serienfilme beschäftigt waren. Mit "Geschichte eines Verbrechens" nach Victor Hugo drehte Zecca 1901 den ersten ernstzunehmenden Kriminalfilm. Das Kino war geboren und die Weiterentwicklung des Films begann. [vgl. 1897\_Die Brüder Pathè]

### **3.2 „Stop-Motion“ – Produktionsarten**

Die „Stop-Motion“ Technik war bereits vor den ersten Aufnahmen mittels Filmkamera sehr populär, sie diente vor allem zur Unterhaltung gehobener Gesellschaften. Jedoch war die Aufnahme- bzw. Wiedergabezeit sehr begrenzt, und auch die realistische Abbildung von Bewegungen war aufgrund der begrenzten Framerate nicht fließend. So wurde die Filmkamera, die das Prinzip des fotografischen Verfahrens nämlich Einzelbilder von Ereignissen, die in schneller Abfolge auf dem Filmmaterial abgebildet sind, stets weiterentwickelt.

Erst seit der Digitalisierung der Bildinformation, ca. ab dem 21. Jahrhundert, wird die Möglichkeit einer digitalen Bildaufzeichnung immer häufiger genutzt. Beachtenswert ist, dass der damalige Qualitätsstandard eines 35 mm Kinoformates auch mit den neusten digitalen Kameras nicht erreicht wird. Mit Hilfe der Digitalisierung der Fotografie und der rasanten Leistungssteigerung von PCs wurde die Produktion auch von zu Hause aus möglich.

Da die „Stop-Motion“ Animation schwer zu kategorisieren ist, werden sehr oft andere Bezeichnungen dafür verwendet. So unterteilt der Programmteil von der Tageszeitung Kurier in Kinder/Animationen und in Kinder/Zeichentrick. Der Sender 3sat hat von 24. bis 29. Juli 2007 im Rahmen „Trickfilme für Erwachsene“ zahlreiche Animationen und Stop-Motion Produktionen gezeigt. Das Programmheft der Presse und die Öffentlichkeitsarbeit von 3sat sprechen meist allgemein über Animationsfilm oder Kurzfilm. Beim genaueren Lesen des Programmheftes wird nur selten über die Technik der Produktion informiert. Kategorisierungen wie Claymation werden mit Worten „Stop-Motion Animationsfilm mit Knetpuppen aus Plastilin“ umschrieben. [vgl. Preetreff.3sat]

Die verschiedenen Unterteilungen der „Stop-Motion“ Technik entstanden durch Verwendung unterschiedlichster Materialien vor der Kamera, wie beispielsweise Knetmasse, Puppen, Papier, Sand, etc. und verraten nichts über das verwendete Aufnahmesystem.

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Arten der „Stop-Motion“ Technik, welche sich in den letzten Jahren durchgesetzt hat. Grundsätzlich werden bei „Stop-Motion“ Produktionen, mit Hilfe eines Aufnahmesystems (z.B. Videokamera im Einzelbildmodus, Fotoapparat digital/analog), Bilder einzeln aufgenommen, eventuell nachbearbeitet und zu einem Video zusammengefügt bzw. geschnitten.

### 3.2.1 Claymation

Claymation wird auch Kentanimation oder Clay-Motion genannt. In der Kentanimation werden fast ausschließlich alle Modelle aus Ton bzw. Lehm, Knetgummi oder auch Plastilin modelliert. Mit Hilfe des extrem flexiblen Materials können sehr einfach die Gesten und Mimiken der Charaktere überzogen werden. Spezielles Arbeitsmaterial für Produktionen der Claymation wird für besondere Ansprüche der Knetanimation hergestellt, das bei den heißen Lampen der Belichtung nur langsam austrocknen. Leicht verarbeitbar und durch zusätzliche Erhitzung kann der Aggregatzustand verändert werden. [vgl. Laybourne Kit (1998), S. 153] Beispielsweise ist Fimo eine geeignete Modelliermasse, die bei 110 °C innerhalb von 30 Minuten aushärtet. [vgl. Fimo]

Mit derart leicht verformbaren Massen sind vor allem Morphs, wo sich ein Charakter in einen anderen verwandelt, einfach zu realisieren. Um den Charakter bzw. das Modell besser animieren zu können, werden häufig innere bewegliche Gerüste (bzw. Skelette) konstruiert. Dabei sollte der Charakter selbst stehen können und beweglich sein, ohne den Charakter zu zerstören. Professionelle Trickfilmmacher arbeiten mit verschiedenen vorgefertigten Metallteilen und konstruieren ein sehr stabiles Grundgerüst bzw. Skelett für das Modell, auch Armaturen genannt. Da dieses Material jedoch sehr teuer ist, werden von Amateuren Alternativen wie Pfeifenputzer, Draht oder Ähnliches verwendet. [vgl. Movie\_College] [vgl. Laybourne Kit (1998), S.151-154]

Peter Lord und David Sproxton gründeten 1976 die Aardman Animationen Ltd. alias Aarman Studios in Bristol (England). Im Jahre 1977 hatten sie den ersten Durchbruch mit einem ani-

mierten LehmBuchstaben Namens „Morph“, welcher in Großbritannien Kinder unterhielt. Purple and Brown, im britischen Fernsehen auf Nickelodeon zu sehen, sind Claymation Produktionen. Auf YouTube und weiteren Videoportalen angeboten, sind diese unbedingt ein Muss für „Stop-Motion“ Fans. Die beiden nonverbalen, nicht nur primitiv aussehenden Charaktere amüsieren auch Erwachsene.



Abb. 20: Purple and Brown, Aardman Studios

Hingegen ist Jan Svankmajer für seine surrealen, alpträumhaften aber dennoch witzigen Filme bekannt geworden und hat damit Künstler wie Tim Burton und Terry Gilliam stark beeinflusst. Er verwendete auch andere „Stop-Motion“ Techniken, jedoch ist sein Stil nicht nur anhand seiner außergewöhnlichen stark übertrieben Klänge bei der Vertonung eindeutig zu erkennen.



Abb. 21: Darkness/Light/Darkness, Jan Svankmajer, 1989

### 3.2.2 Pixilation

Die einfachste „Stop-Motion“ Produktion ist die Pixilation (Bedeutung von Pixie, einem koboldartigen Wesen aus der keltischen Mythologie). Durch gewohnte Bedingungen des Bildausschnitts (jeder hat schon Fotos von realen Situationen gemacht) und leichter Animierbarkeit des menschlichen Körpers kann Pixilation, ohne zusätzlichen großen Aufwand, mit jeder Kamera mit Einzelbildschaltung realisiert werden. Die dabei zappeligen Bewegungen geben dem Trickfilm einen eigenen Charakter. Sind flüssige Bewegungen bei einer „Stop-Motion“ Produktion erwünscht, so versucht diese Technik genau das Gegenteil zu bewirken.

Zudem sind verschiedene Effekte, die diese Technik so besonders macht, möglich:

- \* Wenn die Person jedes Mal bei der Bildaufnahme in die Luft springt, wirkt es bei den animierten Filmen, als könnte diese Person fliegen (siehe Abb. 23).
- \* Gegenstände oder Personen können plötzlich erscheinen oder den Ort wechseln.

Mit dem Oscar-Prämierten Film „Neighbours“ (1952) konnte Norman McLaren einen Meilenstein der Weiterentwicklung der „Stop-Motion“ Technik erzielen. Er verwendete für diesen acht Minuten lang dauernden Film, die dazu eigens erfundene Pixilation - Technik, mit der er die Akteure im Einzelbildverfahren aufnahm und anschließend im Studio mit Geduld animierte.

Die schon lange bekannte Technik der Bewegungsillusion hat McLaren in diesem in Farbe gehaltenen Kurzfilm perfektioniert.

[vgl. Schoemann, Seite 44]

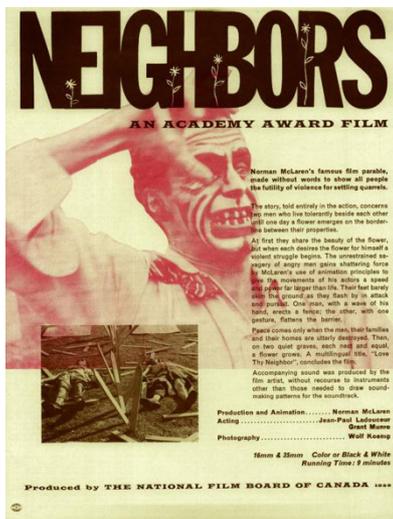


Abb. 22: Neighbours, Norman McLaren

Neighbours-Norman McLaren (1952) - Joni 2 k-po®



Abb. 23: Neighbours, Bildausschnitt

## Weitere Produktionen mit perfekter Technik:

### A Chairy Tale - Norman McLaren (1957):

Ein einfacher Holzstuhl wehrt sich, dass sich ein Mann auf ihn setzt. (10 Minuten Schwarz-weißfilm, Technik in Perfektion)

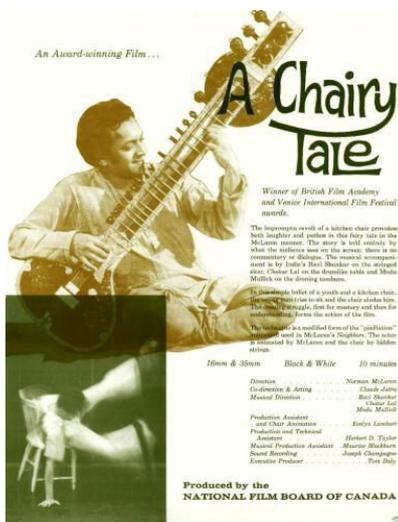


Abb. 24: A Chairy Tale, Norman McLaren

**Jidlo – Food - Jan Svankmajer (1992) (Breakfast Part 1, Lunch Part 2, Dinner Part 3):**

Wie hier im Bild gezeigt, sind die Schauspieler auch in Claymation vertreten, um eine sehr dramatische Bildgestaltung zu erreichen. Der Wechsel von realen Schauspielern zu deren Stuntmen aus Kentmasse gelingt Jan Svankmajer in Perfektion.

Breakfast Part 1: Die Nahrungsaufnahme in diesem Kurzfilm (Wurst mit Senf, Brot und einen Becher Bier) wird effizient und automatisiert betrieben.

Jan Svankmajer, Jidlo (Food), 1992. Part 1, Breakfast



Abb. 25: Breakfast, Jan Svankmajer, 1992

Lunch Part 2: Zwei Männer unterschiedlicher Klassen werden in einem hektischen Restaurant nicht sofort bedient. Daraufhin beginnen beide alle in ihrer Greifweite befindlichen Gegenstände zu essen. Als sich beide nackt gegenüber sitzen und sie noch immer nicht bedient werden, fallen Sie übereinander her.

Jan Švankmajer, Jídlo (Food), 1992. Part 2. Lunch



Abb. 26: Lunch, Jan Svankmajer, 1992

Dinner Part 3: Dieser etwas makabere Kurzfilm zeigt einen Gourmet, welcher sein Dinner sehr intensiv mit zusätzlichen Delikatessen garniert. Erst die Auflösung des Fragen umwobenen Dinners erklärt die Handlungen des Feinschmeckers.

Jan Švankmajer, Jídlo (Food), 1992. Part 3. Dinner



Abb. 27: Dinner, Jan Svankmajer, 1992

### 3.2.3 Puppentrickfilm

Puppentechnik entsteht durch animierte, bewegliche, plastische Puppen aus unterschiedlichsten Materialien. Dabei sind der Kreativität des Produzenten keine Grenzen gesetzt. Diese Technik ermöglicht Puppen einen menschlichen Charakter zu verleihen und mit Hilfe der „Stop-Motion“ Technik zu animieren. Dabei ist auch ein geeigneter Maßstab zu wählen, um einerseits genug Detail und andererseits nicht zu große Modelle zu bekommen.

Beeinflusst vom Film „King Kong“ (1933, Willis O'Brien) schuf Ray Harryhausen tolle Stop-Motion Modelle. Mit seinen Filmen von „The three Worlds of Gulliver“ (1959) bis „The Golden Voyage of Sindbad“ (1979) kombinierte Ray Harryhausen Realaufnahmen mit dieser Technik, die dank ihm einen neuen Aufschwung erlebte. [vgl. Schoemann (2003)]

Christoph Lauenstein, ein deutscher Filmemacher produzierte den Puppentrickfilm „Balance“ für seine Abschlussarbeit im Bereich Visuelle Kommunikation an der Universität Kassel. Er und sein Zwillingbruder Wolfgang erhielten dafür 1989 den Oscar für den besten animierten Kurzfilm.



Abb. 28: Balance, Christoph & Wolfgang Lauenstein

Sie haben auch Werbefilme für Marken wie Nike „Monolithe“ (Dauer: 15 Sekunden) und Coca-Cola „Ants“ (Dauer: 30 Sekunden) mit großem Erfolg produziert. Aktuell ist im österreichischen Fernsehen, der Werbefilm „Vater und Sohn“ der Marke Stolz auf Holz für die Firma „pro Holz Austria“, zusehen. [vgl. Lauenstein]

### 3.2.4 Go-Motion

Diese Technik entstand in den 80er Jahren und bewegt mit Hilfe von Motoren die zu animierenden Objekte, während der Verschluss der Kamera offen ist. Die dabei entstehende Bewegungsunschärfe verhilft realitätsnaher produzieren zu können. Hierzu werden gerne so genannte Schrittmotoren verwendet. Jene Motoren sind mit Schrittzahl pro Umdrehung angegeben, welche sehr exakt laufen.

So können mit Hilfe eines Binärtaktgebers das Aufnahmesystem und die Bewegungen der Models synchronisiert und automatisiert werden. Dennoch bleibt der Aufwand für den Aufbau des Studios relativ hoch, da auch die automatisierten Szenen meist von der Dauer begrenzt sind. [vgl. Schoemann (2003)]

### 3.2.5 Objektanimation

Wie schon der Name verrät, werden hier Objekte animiert, wobei das Objekt seine Form beibehält und nicht in ein anderes Objekt übergeht. Meist werden sehr viele Objekte zu zeitlichen Mustereffekten kombiniert bzw. mit einer großen Anzahl von Objekten Charaktere umschrieben. Nur selten wird versucht einzelnen Objekten einen Charakter zu geben.

Auch Jan Svankmajer hat häufig Objekte mit Erfolg animiert. Was seine perfektionierte Produktion für den Musiksender MTV bestätigt.



Abb. 29: Meat Love, Jan Svankmajer, 1989

In Musikvideos werden häufig Pixilation bzw. Objektanimation herangezogen. Peter Licht verwendete 2001 für seine Single „Sonnendeck“ eine Objektanimation mit einem Bürosessel, welcher sich durch die Stadt bewegt.



Abb. 30: Peter Licht, Sonnendeck (Musikvideo), 2001

### 3.2.6 Brickfilm

Sind Trickfilme welche mit Hilfe der „Stop-Motion“ Technik, Lego-Bausteine (brick = baustein) animiert. Brickfilme werden auf jedem Niveau produziert. Pioniere dieser „Stop-Motion“ Technik sind Dave Lennie von Oak Park (Illinois) und Andy Boyer mit dem ersten Legosteine Trickfilm 1989. Wobei leider nicht mehr genau gesagt werden kann, ob nicht schon vorher Brickfilme produziert wurden. [vgl. uni\_leipzig]

### 3.2.7 Origami

Origami (von „ori“ = falten und „kami“ = Papier) ist eigentlich die japanische Bezeichnung für die Kunst des Papierfaltens. So können nicht nur die verschiedenen Faltechniken, sondern auch Charaktere aus Papier animiert werden.

Bei dieser Technik wird meist ein maßstabgerechtes Bluescreenstudio, mit in alle Richtungen drehbare blau gefärbte Stabhalterungen, vorbereitet. Bei dieser Trickanimation wird häufig der Bildgestaltung mit Papier eine weitere Dimension hinzugefügt.

### **3.2.8 Sandanimation**

Diese Form der Animation, beschränkt sich in der Darstellungsform durch ihren Aufbau auf zwei Dimensionen. Über eine Milchglasscheibe, welche die darunter befindliche Lichtquelle zusätzlich homogenisiert, befindet sich das Einzelbildaufnahmegerät. Da diese Beleuchtungsform die Farbenpracht einschränkt, wird mit dem Kontrast gearbeitet, welcher durch unterschiedlich dicke Sandschichten hervorgerufen wird. Mit Fingern oder Spachteln wird auf dieser Oberfläche der Sand zeitlich dokumentiert verschoben.

Es gibt auch viele Varianten mit Kaffeebohnen, Reis, ja sogar Wasser oder andere Flüssigkeiten, die verwendet werden. [vgl. Laybourne Kit (1998), S. 143-145]

### **3.2.9 Zeitraffer**

Meist werden Zeitrafferaufnahmen relativ einfach mit Filmkameras aufgenommen und mit einer entsprechen schnelleren Abspielgeschwindigkeit wiedergegeben.

Aufgrund der entstehenden Datenmenge, der die Aufnahmedauer begrenzt und auch die teilweise schlechtere Auflösung, wird immer wieder auf die traditionelle „Stop-Motion“ Technik zurückgegriffen. Eine Hochauflösende Kamera wird mit einem PC synchronisiert und macht Serienaufnahmen mit dem zuvor berechneten Intervall. Die dabei hoch auflösenden Bilder können zusätzlich für andere Wissenschaftlichen Zwecke einzeln betrachtet und verwendet werden (z.B.: Tierzählung in einer bestimmten Region). Bei Dokumentationsfilmen werden häufig Schwenks über den Zeitraum eines Jahres mit Hilfe automatisierter Kameraführungen verwendet.

Ein weiterer Punkt, der für die Zeitraffer mit Hilfe der „Stop-Motion“ Technik spricht, ist die dadurch entstandene Stilrichtung dieser Technik.

### 3.2.10 Zeitlupe (Slow Motion)

Werden mit Hilfe von Hochgeschwindigkeitskameras realisiert. Diese extrem kurzen Belichtungszeiten werden mit Prismen, die über den Film laufen, erreicht. Somit sind Framraten von bis zu 140.000 Bildern pro Sekunde erreichbar. Im Digitalbereich werden mit Reduktion der Auflösung auch 200 Millionen Bilder Pro Sekunde erreicht. Jedoch sollte man die notwendige Energie für Belichtung berücksichtigen.

### 3.2.11 Mischformen

Aufgrund der Tatsache, dass viele Animationskünstler mehrere Arten der Animation miteinander verbinden, wird zunehmend die Zuordnung bzw. Bezeichnung erschwert. Ein Parade Beispiel hierfür ist das Musikvideo „Sledgehammer“ von Peter Gabriel (1987). So stecken Pixilation, Objektanimation und Claymation in dieser genialen Musik-Produktion von Aardman Animations Studios.



Abb. 31: Musikvideo „Sledgehammer“, Peter Gabriel 1987

## 4 EIGENPRODUKTIONEN „LOW – BUDGET“ PRODUKTIONEN

Die digitale sowie auch die analoge Bildwiedergabe bieten aufgrund der starren Bildwiedergabefrequenz nur wenige Möglichkeiten eine Änderung der Framerate. Werden dennoch willkürliche Bildwiedergabefrequenzen verwendet, so werden diese durch weitere Bilder ergänzt, um auf die typischen Bildfrequenzen der Medien zu kommen (Kino 24 Bilder pro Sekunde, PAL 25 Bilder pro Sekunde). Diese zusätzlich errechneten Bildattribute verhelfen zwar zu einer fließenden Bewegung, doch Grenzen sie meiner Meinung nach den Freiraum der „Stop-Motion“, vor allem der Pixilation, stark ein. So können für die digitale Bildwiedergabe fast alle realistischen Frameraten im Videoschnittprogramm eingestellt werden, jedoch können die daraus resultierenden einzelnen Bildanzeigedauern und der Bildwechselzeitpunkt aufgrund der fixen digitalen Formate beim Abspielen nicht garantiert werden. Nur alte Techniken wie z.B. das Mutoskope (siehe **3.1.8 Mutoskope**) zeigen Einzelbild für Einzelbild. Somit entspricht die Flimmerfrequenz exakt der Bildwiederholrate. Um bei Kino Produktionen die Flimmerfrequenz zu erhöhen, werden alle Einzelbilder dreimal dargestellt (siehe **2.5.1 Anwendung bei Film & Fernsehen**).

Die Bildgröße der Einzelaufnahmen habe ich so gewählt, dass auch Produktionen mit HDTV Auflösung nachträglich einfach realisierbar sind. Aber auch das HDTV Format verwendet fixierte Bildwiederholraten, welche schon aus alten Formaten wie z.B. PAL bekannt sind.

Mit Hilfe unterschiedlicher Software konnte ich feststellen, dass auch das Endergebnis stark variiert. So möchte ich festhalten, dass billige Freeware Programme wie z.B. JPGVideo gegenüber teuren Videoschnittprogrammen weniger Bildattribute hinzurechnen, und somit bessere Ergebnisse für eine individuelle Framerate bei der Einzelbildanzeige liefern. Deshalb verwende ich für Zeitrafferaufnahmen die teuren Videoschnittprogramme und für Pixilation die im WWW angebotenen Alternativen um die jeweiligen Vorteile optimal nutzen zu können. Zusätzlich ist mir aufgefallen, dass die Zusatzsoftware „Flipbook“ von Softimage XSI perfekte Ergebnisse bezüglich individueller Bildwiederholrate simuliert anzeigt. Sobald daraus ein

unkomprimiertes AVI herausgerechnet wird, ist das Ergebnis im Vergleich zu den oben beschriebenen Methoden weniger zufrieden stellend. Auch die Simulation ist von der Bildaufbaufrequenz des Bildschirms abhängig, dennoch ist klar erkennbar, dass die Einzelbilder ähnlich beim Mutoskope, Bild für Bild angezeigt werden. Trotzdem wurden alle Eigenproduktionen in Standardformaten mit 25 Einzelbildern pro Sekunde produziert.

## **4.1 Kirche Klein-Pöchlarn 3D (2min 33sek)**

Diese Architektur Animation der Kirche Klein-Pöchlarn entstand im Zuge meiner Ausbildung an der Fachhochschule St. Pölten für die Lehrveranstaltung Computeranimationen. Das zwei Minuten und 33 Sekunden lange Video wurde mit Hilfe von Softimage XSI realisiert. Intro sowie Outro habe ich im Einzelbildverfahren erzeugt. Beide könnten auch mit Hilfe von Videokameras einfacher produziert werden. Jedoch finde ich es nicht passend die Computeranimation, welche ebenfalls im Einzelbildverfahren erzeugt wird, mit Zeilenaufnahmesystem erzeugten Videos bei dieser Produktion zu verbinden.

### **4.1.1 Intro – Kerze (11sek) Zeitraffer**

Hier habe ich ein brennendes Teelicht so schnell wie möglich hintereinander fotografiert. Dies war mit dem verwendeten Equipment außerordentlich schwierig und somit wurden mehrere Kerzen benötigt, um die optimale Auslösefrequenz zu ermitteln. Wichtig an dieser Produktion waren mir die ersten 2 Sekunden, genauer gesagt der Schatten des angezündeten Dochts. Jener wurde mit Hilfe anderer Kerzen (selbe Farbtemperatur) aufwendig realisiert und zeigt wie von dem noch Anfangs dickeren mit Wachs überzogenen Docht, Wachs das sich durch die Hitze krümmt abfließt.



Abb. 32: Bildausschnitt „Kirche Klein-Pöchlarn“

**Realisierung:**

**Aufnahmedatum:** 13.11.2005

**Aufnahmezeit:** ca. 17:00 bis 17:10

**Equipment:** Canon Powershot S40

**Technische Daten der Kamera:** <http://www.dpreview.com/reviews/CanonS40/page2.asp>  
(16.7.2007)

**Gewähltes Intervall:** Ca. 2 Bilder pro Sekunde sind mit dieser Kamera manuell möglich. Der interne Kamerapuffer reicht bei der Geschwindigkeit und einer geringeren Auflösung für ca. 15 Fotos, dann ist nur mehr ca. 1 Bild pro Sekunde möglich.

**Kameraeinstellungen:** Automatische Belichtungszeit

**Bildgröße:** 1280x960 px

**Anzahl der Fotos:** 225

**Weiterbearbeitung:** Die Fotos wurden mit Hilfe von Adobe Photoshop auf das PAL Format reduziert und mit einem Zeichenfilter an den Stil der eigentlichen Animation angepasst. Auf eine Bildstabilisierung wurde zur leichteren Identifizierung verzichtet. Die hierzu verwendete Bildfrequenz von 12 bis 25 Bildern in der Sekunde veranschaulicht die Grenzen von ruckartigen zu fließenden Bewegungen.

### 4.1.2 Outro – Sonnenuntergang (5sek) Zeitraffer

Das Outro ist meine erste „Stop-Motion“ Produktion, welche mit der Canon Cybershot DSC\_F717 (*Leihgabe der Fachhochschule St. Pölten*) realisiert wurde. Da ich keine entsprechende Software zur Synchronisation der PC-Kamera zur Verfügung hatte, wurde mit Hilfe eines Stativs per Hand ausgelöst. Auch die Speicherkarte von 64 MB, die nur 85 Fotos bei brauchbarer Qualität (*1280x960 bei 72dpi, Puffer für Bildstabilisationsalgorithmus*) zulässt, forderte Kompromisse. Um die drastischen Lichtverhältnisse eines gesamten Sonnenuntergangs zu bekommen, habe ich ein Fenster von ca. 2 Stunden angenommen. Das ergibt ein Intervall von ca. 1 Minute und 25 Sekunden. Somit konnte ich die verbleibenden Fotos für ein kürzeres Intervall direkt beim Sonnenuntergang verwenden, das mit Sound unterstützt, bei dem Endprodukt „Kirche Klein-Pöchlarn 3D“ den Eindruck einer Zeitdehnung erzeugen soll.

**Eventuelle Verbesserung:** Wie an dem Bildausschnitt deutlich erkennbar ist (siehe Abb.31), verschwinden sehr viele Details durch den drastischen Kontrastunterschied bei Gegenlicht. Hier könnte die bereits angesprochene HDR Technik zu besonderem Detailreichtum des Bildausschnittes verhelfen. Die aus drei bis fünf unterschiedlich belichteten Einzelfotos werden zu einem HDR Bild zusammengefügt, das mittels Tone Mapping zu einem DRI Bild für Anzeigeräte mit kleinem Kontrastumfang generiert wird. Diese können mit jedem Videoschnittprogramm zusammengefügt werden. (siehe Abb.1)



Abb. 33: Bildausschnitt „Kirche Klein-Pöchlarn“

## **Realisierung:**

**Aufnahmedatum:** 27.07.2005

**Aufnahmezeit:** ca. 19:00 bis 20:40

**Equipment:** Canon Cybershot DSC\_F717 (*Leihgabe der Fachhochschule St. Pölten*)

<http://www.sony.at/view/ShowProduct.action?product=DSC->

F717&site=odw\_de\_AT&pageType=Overview&imageType=Main&category=DCC+Digital+Still+Cameras (16.07.2007)

**Gewähltes Intervall:** ca. 2 Minuten, um das Verschwinden der Sonne (sobald sie den Horizont berührt ist sie in weniger als 3-4 Minuten verschwunden) hervorzuheben, wurde das Intervall intuitiv auf bis zu 10 Sekunden reduziert. Dieser, durch die Wolken verstärkte, zeitgebremste Eindruck, wurde mit der Audiospur bei der fertigen Produktion zusätzlich verstärkt. [vgl. Wiki\_Sonne]

**Kameraeinstellungen:** Die manuelle Kameraeinstellung ermöglichte eine konstante Anpassung der Lichtverhältnisse. Um die Verschlusszeit möglichst gering zu halten, wurde die ISO-Empfindlichkeit von 100 auf 320 erhöht, die Blende der Kamera von acht auf zwei geöffnet. Somit konnte ich die Verschlusszeit zwischen 1/500 bis zu 1/30 anpassen.

**Bildgröße:** 1280x960 px

**Anzahl der Fotos:** 68

**Weiterbearbeitung:** Die 68 Fotos wurden einzeln mit Hilfe von Photoshop bearbeitet. Gegebenenfalls wurde die Belichtung nachkorrigiert. Vögel und auch Mücken, die zufällig ins Bild geflogen sind, wurden entfernt. Mit dem Videoschnittprogramm Adobe Premiere Pro wurden die Fotos zu einem Kurzvideo zusammen geschnitten. Die hierzu verwendete Bildfrequenz von 12 Bildern in der Sekunde veranschaulicht die Grenzen von fließenden zu ruckartigen Bewegungen.

Tipps für Zeitraffer Sonnenuntergang mit Hilfe der „Stop-Motion“ Technik:

- Keine Autofokus-Funktion, da sich meist Lichtverhältnisse und auch der Ort der Objekte verändern können.
- Keine Autobelichtung! Die Sonne könnte durch ein Messfeld wandern und so die Belichtung drastisch verändern.
- Bei direkter Sonneneinstrahlung unbedingt die Kamera schützen, denn es besteht die Gefahr der Zerstörung des Bildwändlers/digital, des Films/analog bzw. der Optik.
- Dauer und Intervall festlegen, um optimale Ergebnisse zu bekommen. Dabei gegebenenfalls benötigten Speicher und Akkuzeit berücksichtigen.
- Intervall gegebenenfalls mit Probeaufnahmen ermitteln, Wolken bieten da eine sehr gute Richtlinie, bei größeren Brennweiten ist gegebenenfalls ein kürzeres Intervall zu wählen.
- Vögel bzw. Insekten, welche zufällig während der Belichtung im Bild sind, sollten entfernt werden, da sie bei dem Endergebnis unnötig die Aufmerksamkeit auf sich lenken und wie Verschmutzungen aussehen.
- HDR Bildaufnahme-Technik verwenden.

## **4.2 Schmelzendes Speiseeis „Eis“ (36sek) Zeitraffer**

Diese „Stop-Motion“ Produktion ist auch mit einer Videokamera und anschließender Bearbeitung realisierbar (Zeitrafferaufnahmen). Jedoch ist es für das Timing einer Stop-Motion Produktion ein relativ rasch realisierbares Übungsbeispiel. Abhängig von der Temperatur des Eises, dauert es ca. zwei Stunden zur vollständigen Verflüssigung. Ist das Eis besonders kalt (bei meiner Produktion  $-18^{\circ}\text{C}$ ), entsteht an der Oberfläche, je nach Raumtemperatur und Luftfeuchte, ein besonders effektvoller Raureif.



Abb. 34: Bildausschnitt „Eis“

### **Realisierung:**

**Aufnahmedatum:** 05.05.2007

**Aufnahmezeit:** ca. von 15:59 bis 17:14, im Bildausschnitt ist eine Uhr sichtbar. Somit ist die Nachbearbeitung „Timing“ leichter zu realisieren und nachzuvollziehen.

**Equipment:** Canon EOS 400 D Digital,

[http://www.canon.at/For\\_Home/Product\\_Finder/Cameras/Digital\\_SLR/EOS\\_400D/index.asp](http://www.canon.at/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_400D/index.asp)  
(16.07.07)

**Gewähltes Intervall:** 5 Sekunden, mit der Software Canon EOS Utility lässt sich die Kamera, die mit dem PC verbunden ist, direkt von diesem auslösen. Die so genannte Timer-Aufnahme schafft präzise Möglichkeiten einer automatischen Serienaufnahme, voll automatisch mit Hilfe des PC.

**Kameraeinstellungen:** Mit einer Blende von 18 und einer Belichtungszeit von einer 1/10 Sekunde wurde ein Kompromiss für optimale Tiefenschärfe und Belichtung gewählt.

Brennweite 33mm

**Bildgröße:** 3888x2592 px

ISO-Empfindlichkeit 200

**Anzahl der Fotos:** 900

**Weiterbearbeitung:** Mit Hilfe von Adobe Photoshop wurden alle Fotos auf das PAL Format umgerechnet, und anschließend mit Adobe Premiere zu einem 36 Sekunden langen Video zusammen geschnitten. Dies entspricht einer Framerate von 25 Bildern pro Sekunde.

### 4.3 Maus (9sek) Objektanimation

Bei dieser Objektanimation „Maus“ wurde der Bildausschnitt aufwendig gestaltet. Ein Zeichenfilter von Adobe Photoshop verstärkt diesen Lichteffect, der aus einer Mischung aus unterschiedlichem Kunstlicht und Naturlicht aufgebaut wurde. Bei dieser Produktion wurde absichtlich die Autofunktion der Kamera gewählt. So verändert sich die Belichtungszeit der Einzelbilder abhängig von der Position der Kamera. Da die Daten der Messfelder durch Reflexionen und dunkle Stellen an dem animierten Objekt variieren, konnten somit die Belichtungszeiten angepasst werden.



Abb.35: Bildausschnitt „Maus“

#### **Realisierung:**

**Aufnahmedatum:** 13.04.2006

**Aufnahmezeit:** ca. 15:45 bis 16:45

**Equipment:** Canon Cybershot DSC\_F717 (*Leihgabe der Fachhochschule St. Pölten*)

<http://www.sony.at/view/ShowProduct.action?product=DSC->

[F717&site=odw\\_de\\_AT&pageType=Overview&imageType=Main&category=DCC+Digital+Still+Cameras](http://www.sony.at/view/ShowProduct.action?product=DSC-F717&site=odw_de_AT&pageType=Overview&imageType=Main&category=DCC+Digital+Still+Cameras) (16.07.2007)

**Gewähltes Intervall:** Ca. alle 3-5 Sekunden wurde manuell ausgelöst und zusätzlich die Position der Maus verändert. Wobei bei den ersten 10 Fotos in Einzelschritten das Objekt manuell fokussiert wurde, ohne die Position zu ändern.

**Kameraeinstellungen:** Automatische Belichtungszeit

**Bildgröße:** 1280x960 px

**Anzahl der Fotos:** 225

**Weiterbearbeitung:** Mit Hilfe von Adobe Photoshop wurden alle Fotos auf das PAL Format umgerechnet, und anschließend mit dem Adobe Premiere zu einem 9 Sekunden langen Video zusammen geschnitten.

#### **4.4 Tastatur (9sek) Objektanimation**

Bei dieser Objektanimation „Tastatur“ wurde versucht den Effekt von der Produktion „Maus“ nachzuempfinden. Der Effekt der Autofunktion wurde aufgrund des relativ statischen Videos unterdrückt. Hier wurden die einzelnen Tasten mit kleinen geschnitzten Holzkeilen, die die einzelnen Tasten unten halten, animiert.



**Abb. 36: Bildausschnitt „Tastatur“**

**Realisierung:**

**Aufnahmedatum:** 13.04.2006

**Aufnahmezeit:** ca. 17:00 bis 22:45

**Equipment:** Canon Cybershot DSC\_F717 (*Leihgabe der Fachhochschule St. Pölten*)  
[http://www.sony.at/view/ShowProduct.action?product=DSC-F717&site=odw\\_de\\_AT&pageType=Overview&imageType=Main&category=DCC+Digital+Still+Cameras](http://www.sony.at/view/ShowProduct.action?product=DSC-F717&site=odw_de_AT&pageType=Overview&imageType=Main&category=DCC+Digital+Still+Cameras) (16.07.2007)

**Gewähltes Intervall:** Durch das aufwendige Fixieren der Tasten mit Hilfe der Holzkeile waren die Zeitabstände der einzelnen Aufnahmen dementsprechend lang. Da diese Einrasthilfen unentdeckt bleiben sollten, war es notwendig ständig einen Kontrollblick durch den Sucher zu werfen.

**Kameraeinstellungen:** automatische Belichtungszeit

**Bildgröße:** 1280x960 px

**Anzahl der Fotos:** 74

**Weiterbearbeitung:** Alle Fotos wurden auf das PAL Format umgerechnet, und anschließend mit dem Adobe Premiere zu einem 9 Sekunden langen Video zusammen geschnitten. Um ein

realitätsnahes Timing zu bekommen, wurden alle Fotos dreifach verwendet, und anschließend mit einer Framerate von 25 Bildern pro Sekunde zusammengefügt.

## 4.5 Feuer (1min 51sek) Pixilation

Zwei Elemente stehen im Mittelpunkt der niederösterreichischen Landesausstellung (<http://noe-landesausstellung.at/>), wobei beide Ausstellungen örtlich getrennt sind. Die Ausstellung Feuer in Waidhofen an der Ybbs war für mich der Anlass, diesen Halbtagesausflug mit Hilfe einer Pixilation Technik für die kulturinteressierte Verwandtschaft in Form eines Kurzvideos festzuhalten.

**Grundgedanke:** Da bei Fotos, die mit digitaler Technik aufgenommen werden, keine Filmkosten anfallen, wurde automatisch öfters auf den Auslöser gedrückt. Grundlegend war dabei die Annahme, dass unter Mehreren schon ein tolles Foto zum Herzeigen dabei sein würde. Auch die schon erwähnten, zusätzlich integrierten Softwarepakete, welche die Bildqualität bei Laien enorm verbessert, mindern die Anzahl der Fotos nicht. Leider machen sich wenige die Mühe alle Fotos durchzusehen, um nur eine Auswahl der Fotos den Interessierten zu präsentieren.

**Idee:** Um den Verwandten die ewig langen Diashows mit faden, zwangslustigen Beschreibungen zu ersparen, realisierte ich ein „Stop-Motion“ Video, genauer gesagt eine Pixilation, mit den vorhandenen Fotos (siehe Kapitel **3.2.2 Pixilation**).

**Vorgehen:** Selbst einige wenige Fotos können mit Hilfe unseres Wahrnehmungssystems, den Eindruck einer Bewegung erzeugen, welcher durch die starke Reduzierung sehr spannend wirkt. Da die Framerate für die Anzeigedauer jedes einzelnen Bildes entscheidend ist, sollte man ein Mindestverhältnis von der Framerate zu sich ähnlichen Bildern wählen. Bei kurzen Intervallen der Bildaufnahme (wie es mit einer Spiegelreflexkamera leicht realisierbar ist), kann die Framerate erhöht werden. Werden die Intervalle aufgrund der Technik bzw. der Situ-

ation sehr lange, so sollte die Framerate reduziert werden. Mit Hilfe geeigneter Videosoftware kann das gewünschte Timing eingestellt werden.

**Optimale Vorbereitung:** Um den Erfolg der ersten Pixilation zu steigern, empfehle ich gelungene Pixilation Videos welche im WWW angeboten werden, Frame für Frame anzusehen.



**Abb.37:** Bildausschnitt „Feuer“

### **Realisierung:**

**Aufnahmedatum:** 19.05.2007

**Aufnahmezeit:** ca. 11:22 bis 15:05

**Equipment:** Canon EOS 400 D Digital,

**Gewähltes Intervall:** drei Bilder pro Sekunde bis alle drei Sekunden. Je nach gegebener Situation wurde das Intervall intuitiv angepasst. Dennoch steht dahinter die Absicht, die Bewegungsauflösung stark zu reduzieren. Somit wird der für die Pixilation typische zappelige Effekt ausgedehnt. Damit jener Effekt länger anhält, habe ich das Intervall variiert, welches von unserem Wahrnehmungssystem zu manchen sehr beeindruckenden, selbst interpretierten Bewegungsabläufen umgewandelt wird.

**Kameraeinstellungen:** Die Kamera wurde manuell den gegebenen Lichtverhältnissen angepasst (Weißabgleich, ISO- Empfindlichkeit, Blende, Belichtungszeit).

Brennweite: Standartobjektiv EFs 18-55mm f/3,5-5,6

ISO-Empfindlichkeit 200- 800

**Bildgröße:** 1936x1288 px

**Anzahl der Fotos:** 998

**Weiterbearbeitung:** Mit Hilfe von Adobe Photoshop wurden fast alle Fotos auf das PAL Format umgerechnet, und anschließend mit dem Adobe Premiere zu einem eine Minute und 51 Sekunden langen Video zusammen geschnitten. Das ergibt eine Framerate von ca. 9 Bildern pro Sekunde für diese Produktion, die aufgrund der differenzierten Bewegungsauflösung konstant gehalten werden kann. Mit einer Melodie, die den Rhythmus der unterschiedlichen Bewegungseindrücke verstärkt, wurde der festgehaltene Ausstellungsbesuch nicht nur für die Verwandtschaft zu einem Genuss.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit behandelt die Grundlagen der „Stop-Motion“ Technik. Darüber hinaus wird auf die verschiedenen Möglichkeiten der Bildgestaltung eingegangen, welche anhand von Beispielen genauer betrachtet werden. Unerfahrenen Produzenten, die „Stop-Motion“ anwenden wollen, kann diese Arbeit als solider Grundstein dienen.

Schon als Kind haben mich Produktionen wie „Balance“ oder Musikvideos wie „Sledgehammer“ auf diese besondere und zeitgeprägte Bildgestaltung aufmerksam gemacht. Dabei hat mich die differenzierte Zeitauflösung verglichen zur Realität schon immer fasziniert. So bietet diese Technik zusätzlich zu ihrer kreativen Vielseitigkeit, die Möglichkeit unsere zeitlichen Wahrnehmungsgrenzen zu überspringen. So kann zum Beispiel mit „Stop-Motion“ die Fließgeschwindigkeit von Gletschern beschleunigt werden, so dass auch wir Menschen den Eindruck einer wahrnehmbaren Bewegung bekommen.

2001 schrieb Maic Masuch in seiner Dissertation „Nicht-photorealistische Visualisierungen: Von Bildern zur Animation“ folgendes:

*„Obwohl Animation häufig lediglich als Darstellung von Bewegung aufgefasst wird, umfasst der Begriff alle visuellen Veränderungen eines dargestellten Bildes über die Zeit.“*

Animationen lassen sich im Grunde durch drei Arten unterscheiden: die traditionelle Animation, die computergestützte Animation und die Computeranimation. „Stop-Motion“ hat ursprünglich die traditionelle Animation geprägt. Durch die Digitalisierung von Einzelbildern lässt sich „Stop-Motion“ mittlerweile auch in der computerunterstützten Animation einordnen.

„Stop-Motion“ ist eine sehr aufwendige Einzelbildtechnik, mit der die gesamte Produktion von Anfang bis Ende, Bewegung für Bewegung animiert wird. Genauigkeit spielt eine große Rolle und somit ist es unumgänglich ein detailliertes Storyboard bzw. Drehbuch vorzubereiten, um sich auf das Timing der Animation konzentrieren zu können. Selbst einfachste Aufnahmen, wie Zeitraffer linearer Veränderungen, benötigen ausführliche Vorarbeiten für perfekte Ergebnisse.

### **Welche visuellen Grenzen müssen überschritten werden, damit sich Einzelbilder in bewegte Szenen auflösen?**

Die Trägheit der menschlichen Wahrnehmung und die Flimmerverschmelzungsfrequenz bieten die Möglichkeit, statischen Bildern, die sich nur geringfügig voneinander unterscheiden, Leben einzuhauchen. Dabei sind beide Effekte abhängig von der Leuchtstärke und Größe des reproduzierten bewegten Bildes. Je heller und größer die Anzeige desto höher muss die Frequenz gewählt werden, um die sukzessive Grenze zu überschreiten. Da der im Sehbereich liegende relativ kleine Betrachtungswinkel und auch die Lichtstärke aller Anzeigesysteme begrenzt sind, haben sich verschiedene Bildwiederholraten durchgesetzt. (**siehe. 2.5.1 Anwendung bei Film und Fernsehen.**) Dennoch kann ich mir aufgrund der fortschreitenden Technik vorstellen, dass diese hohen Frequenzen angepasst werden können, und somit die Möglichkeit besteht, Bewegungen individuell zeitlich anders aufzulösen. (z.B.: Zeitlupe)

### **Wo liegen die Ursprünge der „Stop-Motion“ Technik?**

Die Ursprünge der „Stop-Motion“ Technik sind in der „Laterna Magica“, mit der die ersten bewegten Bilder entstanden sind, zu finden. Es handelt sich hierbei um Dauerprojektionen, die bewegt werden und somit ist diese Thematik nicht Bestandteil meiner Arbeit. Basis dieser Entwicklung ist der Wunsch nach Reproduktion der Unterhaltung. So haben im 17. Jahrhundert die ersten, mit Lochkarten mechanisierten Instrumente diese Entwicklung angetrieben. Diese Arbeit soll die Entwicklung anhand chronologisch geordneter Bildwiedergabetechniken zeigen. Ende des 19. Jahrhunderts wurden Ton und Bild unabhängig voneinander weiterentwickelt. Erst am Anfang des 20. Jahrhunderts haben diese zwei Komponenten mit Hilfe der rasanten Entwicklung des Kinos zusammengefunden.

**Welche Techniken haben sich bei der „Stop-Motion“ Produktion durchgesetzt und welche werden weiterhin verwendet?**

Diese Arbeit soll interessierten Produzenten, die unbegrenzte Gestaltungsmöglichkeit von Filmen mit Hilfe der „Stop-Motion“ Animation näher bringen. Dabei lassen sich die einzelnen Techniken anhand der verwendeten Materialien vor der Kamera beschreiben. Obwohl meine Selbstversuche sehr ausführlich dokumentiert sind, soll diese Arbeit keine Anleitung für das Erstellen von „Stop-Motion“ Produktionen sein. Vielmehr soll auf die variierenden Stilrichtungen, die mit „Stop-Motion“ erzielt werden können und auf die künstlerische Art Objekte zu bewegen, aufmerksam gemacht werden. Da das Thema „Stop-Motion“ schwer in Kategorien einzuordnen ist, bietet diese Arbeit eine detaillierte Literaturhilfe. Hier werden die jeweiligen Techniken aber auch die Eckdaten der Animation, die sich aus Erfahrungswerten ergaben, ausführlich beschrieben.

**Hat diese Methode verglichen mit der immer realistischeren Computeranimation noch eine Zukunft?**

In meiner Arbeit wurden nur wenige Produktionen aus dem 21. Jahrhundert festgehalten. Das bedeutet aber nicht gleichzeitig die vollständige Ablöse von „Stop-Motion“ durch die Computeranimation. Noch öfters als man vermutet, wird mittels dieser alten Technik produziert. Nicht nur in der Werbewelt sondern auch im Kinderprogramm wird ohne Computeranimationen Objekten Leben eingehaucht. So verhilft Jan Svankmajer dem Kinofilm „The Cell“ aus dem Jahre 2000 zu beeindruckenden und unvergesslichen Bildern. Auch Tim Burton verwendet vorzugsweise „Stop-Motion“ Tricks.

US-Regisseur Tim Burton im Interview im STANDARD mit Dominik Kamalzadeh über seinen düster fantastischen Trickfilm "Corpse Bride" (2005):

**Standard:** „Das überrascht, denn man hat den Eindruck, einen sehr typischen Burton-Film zu sehen, auch wenn er auf einem Märchen basiert“.

**Burton:** „Das Märchen war eigentlich nicht so bedeutend – ich habe mich auch nicht sehr darin vertieft. Es waren mehr die Figuren der untoten Braut und des melancholischen Helden, die sich mir ins Gedächtnis brannten. Die historischen Hintergründe waren mir nicht wirklich wichtig, mir ging es darum, aus dem Medium eine sehr emotionelle Liebesgeschichte zu machen. Dabei hatte die Stop-Motion Technik den Vorzug, dass man die Figuren wie Schauspieler besetzen kann. Ich erinnere mich, dass wir es zuerst auf dem Computer ausprobiert haben, aber es fühlte sich nicht richtig an.“

**Standard:** „Worin war die Stop-Motion Technik dem Computer denn überlegen?“

**Burton:** „Es liegt wohl an der handgemachten Qualität. Man hat die Gelegenheit, zu sehen, wie Puppen zusammgebaut werden und wie Menschen Sets und Lichter einsetzen, um eine Welt zum Leben zu erwecken. Man sieht hier ständig Künstlern bei der Arbeit zu und hat nicht mehr den Eindruck, nur Teil der Filmindustrie zu sein. Es ist eine geradezu altmodische und zeitlose Kunst, mit einer Qualität, die ich in keiner anderen Form der Animation finden kann. Schauspieler haben es ja auch lieber, in realen Sets zu arbeiten, als den ganzen Tag vor Bluescreens zu stehen.“

[Dominik Kamalzadeh, „Der Standard“ am 02.11.2005]

Auch bei Videoportalen wie zum Beispiel youtube ist zu beobachten, dass diese Technik eine Renaissance erlebt hat. Diese Entwicklung lässt sich durch die einfachere und kostengünstigere Realisierbarkeit der Einzelbild-Technik erklären. Computeranimationen zu realisieren, fordert fundierte Kenntnisse mit der Handhabung der komplizierten Software. Dies Voraussetzung schränkt die Gestaltungsmöglichkeiten der Eigen- bzw. Low-Budget-Produktionen enorm ein. Dass es sich hierbei nicht um eine kleine Fangemeinschaft handeln kann, zeigen Formate im Free-TV, die solche Eigenproduktionen ausstrahlen. Auch wenn im derzeitigen Programm Private Hoppalas und Missgeschicke noch dominieren, kann man erkennen, dass aufwendige Eigenproduktionen immer größerer Beliebtheit angehört.

## LITERATURVERZEICHNIS

### Elektronische Quellen

- [DMA] Digital Media for Artists  
<http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Grundlagen:3D-Grafik/module/14100;jsessionid=46DB7398740875B3D1B2138670D3AD6B>  
(Zugriff am 03.07.07)
- [Filmtutorial] Animation Frühe Versuche  
<http://www.filmtutorial.de/content/blogcategory/123/189/>  
(Zugriff am 16.06.07)
- [Fimo] Eberhard Faber: Fimo Classic  
<http://www.eberhardfaber.de>  
(Zugriff am 29. 07. 07)
- [Fotografie-Zeit] Die Fotografie in der Zeit von 1800 bis 1850  
<http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/foto/18.html>  
(Zugriff am 04.07.07)
- [Geschichte] Geschichte der Animation (Uni Leipzig)  
<http://www.uni-leipzig.de/~wehn/anima/classics/geschich/geschani.htm>  
(Zugriff am 16.06.07)
- [Geschichte\_Phenakistiscope] <http://www.mhsgent.ugent.be/engl-plat5.html>  
(Zugriff am 29. 07. 07)

- [Johannes Schnurr\_Die Zeit] Die Zeit 07.04.2004, Nr.16 16/2004  
[http://hermes.zeit.de/pdf/archiv/2004/16/A\\_Daumenkino.pdf](http://hermes.zeit.de/pdf/archiv/2004/16/A_Daumenkino.pdf)  
(Zugriff am 16.06.07)
- [Kunst\_Linz] Kunstuniversität Linz (Digital Media For Artists)  
<http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Grundlagen:3DGrafik/module/14100;jsessionid=46DB7398740875B3D1B2138670D3AD6B>  
(Zugriff am 16.06.07)
- [Lauenstein] Lauenstein & Lauenstein Film Productions  
<http://www.lauenstein.tv/profile/index.html>  
(Zugriff am 16.07.07)
- [Movie\_College] Movie College: Animation  
<http://www.movie-college.de/filmschule/animation/knetfigur-technik.htm>  
(Zugriff am 29. 07. 07)
- [NÖ\_Landes] NÖ - Landesausstellung 2007 28.April – 4.November 2007  
In Waidhofen/Ybbs und St. Peter/Au  
<http://noe-landesausstellung.at/>  
(Zugriff am 03.07.07)
- [Pressetreff.3sat] Pressetreff 3sat: Trickfilme für Erwachsene  
<http://pressetreff.3sat.de/Public/Trickfilme.pdf>  
(Zugriff am 29. 07. 07)

- [Uni\_Leipzig]                      Brickfilme  
http://www.uni-  
leipzig.de/~wehn/anima/theory/brickfilms/index.htm  
(Zugriff am 05.12.06)
- [Theorie\_Medien]                    Die Macht der Stillstellung, Jens Schröter  
http://www.theorie-der-  
medien.de/text\_detail.php?nr=35#fn8  
(Zugriff am 03.07.07)
- [Wiki\_Desaguliers]                Wikipedia: *John\_Theophilus\_Desaguliers*  
http://de.wikipedia.org/wiki/John\_Theophilus\_Desaguliers  
(Zugriff am 04.12.06)
- [Wiki\_Geschichte]                Wikipedia: *Geschichte der Theorie des Sehens*  
http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte\_der\_Theorie\_des\_S  
ehens#Von\_Johannes\_M.C3.BCller\_bis\_in\_die\_Gegenwart  
(Zugriff am 09.12.06)
- [Wiki\_Fotografie]                Wikipedia: *Fotografie*  
http://de.wikipedia.org/wiki/Fotografie  
(Zugriff am 04.07.07)
- [Wiki\_Huygens]                    Wikipedia: *Christiaan\_Huygens*  
http://de.wikipedia.org/wiki/Holzwolle  
(Zugriff am 04.08.06)
- [Wiki\_Korpuskel]                Wikipedia: *Korpuskeltheorie*  
http://de.wikipedia.org/wiki/Korpuskeltheorie  
(Zugriff am 04.12.06)

- [Wiki \_Licht]                      Wikipedia: *Licht*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Licht>  
(Zugriff am 04.12.06)
- [Wiki \_Sonne]                      Wikipedia: *Sonnenuntergang*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenuntergang>  
(Zugriff am 16.07.07)
- [Wiki \_Zoetrop]                      Wikipedia: *Zoetrop*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Zoetrop>  
(Zugriff am 29. 07. 07)
- [1895\_Die Lumières]                      Die Lumières  
<http://www.sapo-media.de/100kino/filme/1895.html>  
(Zugriff am 29. 07. 07)
- [1897\_Die Brüder Pathè]                      Die Brüder Pathè  
<http://www.sapo-media.de/100kino/filme/1897.html>  
(Zugriff am 29. 07. 07)

## Gedruckte Quellen

**Allgemeine Psychologie**, Giselher Guttman (1994): *Experimentalpsychologie: Denken, Problemlösen*. WUV Universitätsverlag.

**Allgemeine Psychologie**, Giselher Guttman (1994): *Experimentalpsychologische Grundlagen*. WUV Universitätsverlag.

**Auge und Gehirn**, David H. Hubel (1989): *Neurobiologie des Sehens*. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaftlichen Verlags Gesellschaft.

**Auge und Gehirn**, Richard L. Gregory (1966): *Zur Psychophysiologie des Sehens* E. Rieder, Schrobenausen.

**Biological**, James W. Kalat (1998): *Biological Psychology (Sixth Edition)*. Brooks/Cole Publishing Company.

**Biologie, Anatomie, Physiologie**, Schäffler, A. & Schmidt, S. (Hrsg.) (1998): *Kompaktes Lehrbuch für die Pflegeberufe (3. Auflage.)* Gustav Fischer Verlag.

**Der deutsche Animationsfilm**, Annika Schoemann (2003): *von den Anfängen bis zu Gegenwart; 1909 – 2001* DIAF Dresden.

**Der Trick mit dem Trick**, Jörg Hörmann (2003): *Ursprünge, Wesen und Wandel der Animationsfilmkunst*. Sankt Augustine: Gardez Verlag.

**Erleben und Verhalten**, Alois Reutterer (1998): *Einführung in die Humanpsychologie*. Pädagogischer Verlag.

**Film**, Méliès, G. (1963). Die Filmaufnahme. In: Kittler, Friedrich A. (1986): *Grammophon, Film, Typewriter*. Berlin. - (1987): *Aufschreibesysteme. 1800 – 1900*. 2. A., München.

**Fortpflanzung Entwicklung und Anpassung**, Hubel, & Wiesel (1962): *Lehr und Arbeitsbuch*. Pädagogischer Verlag.

**Laybourne, Kit**, Canemaker, John :*The Animation Book: A Complete Guide to Animated Filmmaking--From Flip-Books to Sound Cartoons to 3- D Animation* Crown Publications; (Dez. 1998)

**Optik**, Tschermak-Seysenegg, A. von (1947): *Einführung in die physiologische Optik*. Wien: Springer-Verlag.

**Perceptive fields**, Norbert Hell (1998): *binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex*. J. Physiol. 160.

**Sehen**, Metzger, W. (1953): *Gesetze des Sehens*. Frankfurt/Main: Verlag von Waldemar Kramer.

**The Animation Book**, Laybourne Kit (1998): *A complete guid to animated filmmaking – from flip.books to sound cartoons to 3-D animation*. New York: Three River Press.

**Visuelle Information**, Marr, D. (1982). *Vision: a computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W.H. Freeman.

**Wahrnehmen**, Rainer Guski (1996): *Wahrnehmen – ein Lehrbuch*. Kohlhammer GmbH.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: DRI Foto aus einem HDR generiert (vgl. Abb. 32).....	8
<i>Quelle:</i> Alexander Starkl	
Abb. 2: Elektromagnetisches Spektrum.....	9
<i>Quelle:</i> <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Spektrum.png">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Spektrum.png</a> (Zugriff am 2.12.06)	
Abb. 3: Querschnitt des menschlichen Auges .....	10
<i>Quelle:</i> <a href="http://www.wertoptik.de/ww-7-8.htmlhtml">http://www.wertoptik.de/ww-7-8.htmlhtml</a> (Zugriff am 09.12.06)	
Abb. 4: Augenmuskulatur .....	12
<i>Quelle:</i> <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Eyemuscles.jpg">http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Eyemuscles.jpg</a> (Zugriff am 09.12.06)	
Abb. 5: Kamera obscura .....	14
<i>Quelle:</i> <a href="http://www.vkol.cz">http://www.vkol.cz</a> (Zugriff am 09.12.06)	
Abb. 6: Prinzip des Sehens .....	15
<i>Quelle:</i> <a href="http://www.ryseroptik.ch/optometrie/seiten/optoinha_1.asp">http://www.ryseroptik.ch/optometrie/seiten/optoinha_1.asp</a> (Zugriff: 09.12.06)	
Abb. 7: Infografik, Nicole Krohn .....	15
<i>Quelle:</i> „Die Zeit“ Seite 86 DIE ZEIT 07.04.2004 Nr.16 16/2004	

- Abb. 8: Stammhirn..... 16  
*Quelle:* [http://www.ryseroptik.ch/optometrie/seiten/optoinha\\_1.asp](http://www.ryseroptik.ch/optometrie/seiten/optoinha_1.asp)  
(Zugriff: 09.12.06)
- Abb. 9: Nußendorf, Blick Rax (ca.1km, 15km, 60km, 100km Rax ganz schwach)..... 19  
*Quelle:* Alexander Starkl am 07.08.07
- Abb. 10: Eisenbahnschiene..... 20  
*Quelle:* Alexander Starkl am 09.06.06
- Abb. 11: Praxinoskop, Paris, um 1890 ..... 33  
*Quelle:* <http://traumatrop.de/>  
(Zugriff: 09.12.06)
- Abb. 12: ältestes erhaltenes permanentes Foto von Nicéphore Niépce, Paris, 1826..... 34  
*Quelle:* Rebecca A. Moss  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Fotografie>  
(Zugriff: 012.12.06)
- Abb. 13: nach Simon Stampfer, Trendsensky Verlag Wien, 1983..... 37  
*Quelle:* medien.welten im Technisches Museum Wien  
<http://www.dma.ufg.ac.at/app/pane/102.120/module/14100/sub/14126>  
(Zugriff: 012.12.06)
- Abb. 14: Zoetrop..... 38  
*Quelle:* medien.welten im Technisches Museum Wien  
<http://www.dma.ufg.ac.at/assets/14100/intern/zoetrop.jpg>  
(Zugriff: 012.12.06)

- Abb. 15: Zoopraxiskop ..... 38  
*Quelle:* <http://www.atariarchives.org/cap/showpage.php?page=13>  
(Zugriff: 012.12.06)
- Abb. 16: „The Horse in Motion“, Eward Mybridge ..... 39  
*Quelle:* [http://www.masters-of-photography.com/images/full/muybridge/muybridge\\_galloping\\_horse.jpg](http://www.masters-of-photography.com/images/full/muybridge/muybridge_galloping_horse.jpg)  
(Zugriff: 012.12.06)
- Abb. 17: Praxinoskop, Paris, um 1890 ..... 39  
*Quelle:* medien.welten im Technisches Museum Wien  
<http://www.dma.ufg.ac.at/assets/14100/intern/praxinoscop.jpg>  
(Zugriff: 25.12.06)
- Abb. 18: Mutoskope, Wien um 1900..... 40  
*Quelle:* medien.welten im Technisches Museum Wien  
<http://www.dma.ufg.ac.at/assets/14100/intern/mutoskope.jpg>  
(Zugriff: 25.12.06)
- Abb. 19: Cinematograph..... 40  
*Quelle:* medien.welten im Technisches Museum Wien  
<http://www.dma.ufg.ac.at/assets/14100/intern/cinematograph.jpg>  
(Zugriff: 12.08.07)
- Abb. 20: Purple and Brown, Aardman Studios ..... 44  
*Quelle:* Youtube  
<http://www.youtube.com/watch?v=LuBwXfg3Mr4>  
(Zugriff: 12.08.07)

- Abb. 21: Darkness/Light/Darkness, Jan Svankmajer, 1989 ..... 44  
Quelle: Youtube  
<http://www.youtube.com/watch?v=9eHtyuo7E4k>  
(Zugriff: 12.08.07)
- Abb. 22: Neighbours, Norman McLaren ..... 46  
Quelle: Michael Sporn Animation Inc.  
<http://www.michaelspornanimation.com/splog/?p=858>  
(Zugriff: 25.12.06)
- Abb. 23: Neighbours, Bildausschnitt ..... 46  
Quelle: Michael Sporn Animation Inc.  
<http://www.michaelspornanimation.com/splog/?p=858>  
(Zugriff: 25.12.06)
- Abb. 24: A Chairy Tale, Norman McLaren ..... 47  
Quelle: [http://www.nfb.ca/objan/med/archives\\_mclaren/items/41.jpg](http://www.nfb.ca/objan/med/archives_mclaren/items/41.jpg)  
(Zugriff: 25.12.06)
- Abb. 25: Breakfast, Jan Svankmajer, 1992 ..... 47  
Quelle: You Tube  
<http://www.youtube.com/watch?v=oCEKF0Txs5M>  
(Zugriff: 25.12.06)
- Abb. 26: Lunch, Jan Svankmajer, 1992 ..... 48  
Quelle: You Tube  
<http://www.youtube.com/watch?v=yoRZ9rKn6y4>  
(Zugriff: 23.12.06)

- Abb. 27: Dinner, Jan Svankmajer, 1992 ..... 48  
Quelle: You Tube  
<http://www.youtube.com/watch?v=yxhV-TCmrG8>  
(Zugriff: 24.12.06)
- Abb. 28: Balance, Christoph & Wolfgang Lauenstein ..... 49  
Quelle: You Tube  
<http://www.youtube.com/watch?v=ZJWT3p7uM6Y>  
(Zugriff: 25.07.07)
- Abb. 29: Meat Love, Jan Svankmajer, 1989..... 50  
Quelle: You Tube  
<http://www.youtube.com/watch?v=CIJywghA-q4>  
(Zugriff: 12.08.07)
- Abb. 30: Peter Licht, Sonnendeck (Musikvideo), 2001 ..... 51  
Quelle: You Tube  
<http://www.youtube.com/watch?v=Ck6BCzMCKiE>  
(Zugriff: 25.07.07)
- Abb. 31: Musikvideo „Sledgehammer“, Peter Gabriel 1987..... 53  
Quelle: Youtube  
<http://www.youtube.com/watch?v=hqyc37aOqT0>  
(Zugriff: 12.08.07)
- Abb. 32: Bildausschnitt „Kirche Klein-Pöchlarn“ ..... 56  
Quelle: Alexander Starkl am 13.11.05
- Abb. 33: Bildausschnitt „Kirche Klein-Pöchlarn“ ..... 57  
Quelle: Alexander Starkl am 27.07.05

Abb. 34: Bildausschnitt „Eis“ .....	60
<i>Quelle:</i> Alexander Starkl am 05.05.07	
Abb. 34: Bildausschnitt „Maus“ .....	61
<i>Quelle:</i> Alexander Starkl am 13.04.06	
Abb. 35: Bildausschnitt „Tastatur“ .....	63
<i>Quelle:</i> Alexander Starkl am 13.04.06	
Abb. 36: Bildausschnitt „Feuer“ .....	65
<i>Quelle:</i> Alexander Starkl am 19.05.07	