

## Vorstoss in neue Dimensionen

Quelle: Technology Review, 01.11.2009

3-D-Filme liegen voll im Trend. Mit einem an der TU Berlin ausgeklügelten Verfahren gewinnen jetzt sogar alte Streifen an räumlicher Tiefe.

Von Christian Buck

Am liebsten möchte man gleich in den Monitor hineinspringen und selbst über die spektakulären Landschaften hinwegfliegen: Endlose Eiswüsten, aus denen karge Felsen herausragen, und satt grüne Regenwälder, in denen sich gewaltige Krater verbergen. Durch bloßes Hingucken gewinnt man das Gefühl, als sei man Teil der wunderbaren Naturszenarien.

Schon im Original ist die BBC-Dokumentation „Planet Erde“ ein optischer Hochgenuss. Jetzt aber haben Forscher der TU Berlin Teile des Films sogar um noch eine Dimension erweitert: Aus den zweidimensionalen Aufnahmen zauberten sie einen 3-D-Film, der den Zuschauer mitten in die faszinierenden Landschaften versetzt. Das liegt im Trend, denn Filmstudios und Lichtspielhäuser rüsten sich derzeit für eine neue Epoche der Filmgeschichte: Dreidimensionales Kino verspricht neue optische Effekte und soll mehr Zuschauer vor die Leinwand locken. Und auch die Schätze, die in Hollywood und anderswo in den Filmarchiven liegen, werden in Zukunft dreidimensional nachgerüstet, weil sie sich auf diese Weise prima ein zweites Mal verwerten lassen - die Musikindustrie hat es mit ihren „Re-Issues“ historischer Alben vorgemacht.

Genau diesen Markt hat das Berliner Start-up Imcube GmbH im Visier: Im April gegründet von den beiden TU-Forschern Sebastian Knorr und Matthias Kunter, bietet das Unternehmen seinen Kunden an, den zweidimensionalen Aufnahmen die dritte Dimension hinzuzufügen. Die Idee entstand bereits in den 90er-Jahren am Heinrich-Hertz-Institut (HHI) in Berlin: Professor Thomas Sikora arbeitete damals mit autostereoskopischen Displays - Monitoren, die zwei Bilder gleichzeitig projizieren, in verschiedene Richtungen ablenken und so einen räumlichen Eindruck hervorrufen können.

Das Entscheidende - die 3-D-Inhalte - fehlte damals jedoch noch. 2001 wechselte Sikora an die TU Berlin. Gemeinsam mit seinen Kollegen suchte er dort nach Verfahren, mit denen die fehlende Tiefeninformation rechnerisch rekonstruiert werden kann. Der damalige Doktorand Sebastian Knorr entwickelte ein so überzeugendes Verfahren, dass die TU-Experten im nächsten Schritt die Konvertierung ganzer Filme in Angriff nahmen. 2005 konnten sie bereits erste Ergebnisse präsentieren - passend zu dem aufkommenden Trend von 3-D-Film-Produktionen.

Doch wie lässt sich aus einer zweidimensionalen Information die Tiefe bestimmen? Dazu müssen beide Augen des Zuschauers mit separaten Bildern versorgt werden. Das entspricht der natürlichen Seh-Situation, in der jedes Auge die Objekte der Außenwelt aus einem leicht unterschiedlichen Winkel betrachtet. Je näher die Objekte sind, desto mehr weichen die Bilder voneinander ab. Aus den beiden unterschiedlichen Ansichten errechnet das Sehzentrum im Gehirn dann die räumlichen Verhältnisse. Will man also einen Film von vornherein in 3 D drehen, müssen zwei zeitgleich filmende Kameras so angeordnet werden, dass sie um den typischen Augenabstand von 64 Millimetern voneinander entfernt sind.



## Vorstoss in neue Dimensionen

Quelle: Technology Review, 01.11.2009

Um einem Film nachträglich die dritte Dimension zu verpassen, muss dasjenige Bild errechnet werden, das eine fiktive zweite Kamera aufgenommen hätte. Der Computer analysiert zunächst die grobe 3-D-Struktur jedes Einzelbildes, auch „Frame“ genannt. Dazu sucht das Programm charakteristische Bildpunkte wie Ecken oder Kanten, die auch in den folgenden Bildern wieder auftauchen. Solche „Feature Points“ zeichnen sich dadurch aus, dass dicht beieinanderliegende Bildpunkte sehr unterschiedliche Farbwerte haben. Die Software verfolgt nun die Veränderung der Feature Points in den anderen Frames und rekonstruiert daraus die Bewegung der Kamera.

Ist die Kamerabewegung erkannt, setzt das Programm eine virtuelle zweite Kamera im Augenabstand daneben. Doch woher kommt die Bildinformation für die zweite Ansicht? Hier machen sich die Forscher ein natürliches Phänomen zunutze: Bewegt sich ein Beobachter beispielsweise nach rechts, erkennt sein rechtes Auge manche Dinge früher als sein linkes. Und genau so muss es auch in einem 3-D-Film wirken. Das linke Auge wird mit dem Bild der echten Kamera versorgt, während der Computer für das rechte Auge eine zweite Ansicht aus einem späteren Frame der echten Kamera errechnet - das rechte Auge sieht also auch im Film die Dinge etwas früher als das linke. Abschließend muss diese Bildinformation noch gedreht werden, weil das rechte Auge aus einem anderen Winkel auf die Objekte blickt als das linke Auge.

Mathematisch ist all das kein Problem: Die Forscher verwenden einen Zeitversatz dazu, einen räumlichen Versatz zu simulieren. Die beiden unterschiedlichen Bilder können dann mit den bekannten 3-D-Darstellungsmethoden betrachtet werden.

Derzeit braucht das Imcube-Programm auf einem üblichen Heimcomputer pro Sekunde Film ungefähr fünf Minuten Rechenzeit. Mithilfe eines optimierten Programmcodes und moderner Hochleistungscomputer ließe sich das zweite Bild zukünftig auch in Echtzeit berechnen. Die Kosten liegen zwischen 30.000 und 50.000 Dollar pro Minute Film. Wird gleich das Filmoriginal in 3 D gedreht, muss man die Ausgaben erfahrungsgemäß um rund 30 Prozent höher ansetzen als normal. Je nach Projekt kann der 3 -D-Dreh oder die nachträgliche Bearbeitung kostengünstiger sein.

Das Imcube-Verfahren hat allerdings auch seine Grenzen, denn es eignet sich am besten für Szenen, in denen sich nichts außer der Kamera bewegt. Bei Spielfilmen sind das lediglich fünf Prozent der Filmszenen, bei Dokumentarfilmen können es bis zu 50 Prozent sein. Darum liefern die elegischen Kameraflüge der BBC-Dokumentation so wunderbare Vorlagen für das Imcube-Verfahren.

Für andere Szenen müssen alternative Verfahren eingesetzt werden. Bewegen sich viele Schauspieler im Bild, muss man ihnen von Hand eine individuelle Tiefe zuweisen und ihre Körper mithilfe von geometrischen Modellen dreidimensional machen. „So könnte man beispielsweise dem Kopf ein Ellipsoid zuweisen, sodass die Nase weiter vorn und die Ohren weiter hinten sind“, so Kunter. „Das ist wichtig bei der Berechnung des zweiten Bildes, weil das andere Auge die Schauspieler aus einem leicht veränderten Winkel wahrnimmt.“ An einem solchen Verfahren tüfteln die Imcube-Forscher derzeit noch.



# Vorstoss in neue Dimensionen

Quelle: Technology Review, 01.11.2009

Bis 2011 wollen die Berliner ein komplettes Programm entwickelt haben, das für die unterschiedlichsten Szenen die jeweils optimalen 3-D-Werkzeuge bereithält. Dann will Imcube seinen Service Filmstudios anbieten. Erste Gespräche, unter anderem mit Hollywood, hat es bereits gegeben. „Schon heute haben wir Anfragen ohne Ende, meistens aus Europa“, so Kunter. Die Konkurrenz sitzt in den USA und in Kanada. „Allerdings haben unsere Wettbewerber kein automatisches Verfahren und müssen einen hohen manuellen Aufwand betreiben.“ Dabei setzen sie beispielsweise auf Programme für rechnerunterstützte Konstruktionen (CAD), wie sie auch der Anlagen- und Maschinenbau verwendet. Jeder Frame muss dabei von Hand bearbeitet werden: Zuerst werden die Objekte identifiziert, dann ausgeschnitten und schließlich wie gewünscht transformiert.

Dass die Imcube-Technologie kinotauglich ist, hat sie bei einer Vorführung im Imax-Kino bewiesen. Das Interessante dabei: Die Experten der Filmstudios fanden die nachträglich bearbeitete Aufnahme überzeugender als einen Film, der von vornherein mit zwei Kameras gedreht worden war. Das liege daran, meint Kunter, dass man diese beiden Kameras während der Aufnahmen sehr genau justieren müsse. „Dabei können viele Fehler auftreten.“



**VORSTOSS IN NEUE DIMENSIONEN**

3-D-Filme liegen voll im Trend. Mit einem an der TU Berlin ausgeklügelten Verfahren gewinnen jetzt sogar alte Streifen an räumlicher Tiefe.

**Im besten möchte man gleich in den Monitor hineinspringen und selbst über die spektakulären Landschaften hinwegfliegen. Endlose Ebenen, unzählige karge Felsen herausragen, und satt grüne Regenwälder, in denen sich gewaltige Krater verbergen. Durch bläuliche Hängsüden gewinnt man das Gefühl, als sei man Teil der wunderbaren Naturlandschaften.**

Schon im Original ist die BBC-Dokumentation „Planet Erde“ ein optischer Hochgenuss. Jetzt aber haben Forscher der TU Berlin Teile des Films sogar um noch eine Dimension erweitert: Aus den zweidimensionalen Aufnahmen zauberten sie einen 3-D-Film, der den Zuschauer mitten in die faszinierenden Landschaften versetzt. Das liegt im Trend, denn Filmstudios und Lichtspielhäuser rüsten sich derzeit für eine neue Epoche der Filmgeschichte: Dreidimensionales Kino verspricht neue optische Effekte und soll mehr Zuschauer vor die Leinwand locken. Und auch die Schätze, die in Hollywood und anderswo in den Filmarchiven liegen, werden in Zukunft dreidimensional nachgerüstet, weil sie sich auf diese Weise prima ein zweites Mal verwerten lassen – die Musikindustrie hat es mit ihren „Re-Issues“ historischer Alben vorgezeigt.

Genau diesen Markt hat das Berliner Start-up Imcube GmbH im Visier. Im April gegründet von den beiden TU-Forschern Sebastian Knorr und Matthias Kunter, holt das Unternehmen seinen Kunden an, den zweidimensionalen Aufnahmen die dritte Dimension hinzuzufügen. Die Idee entstand bereits in den 90er Jahren am Heinrich-Hertz-Institut (HHI) in Berlin. Professor Thomas Sikora arbeitete damals mit autostereoskopischen Displays – Monitoren, die zwei Bilder gleichzeitig präsentieren, in verschiedene Richtungen ablenken und so einen räumlichen Eindruck hervorrufen können.

Die Entscheidende – die 3-D-Inhalte – fehlte damals jedoch noch. 2001 wechselte Sikora an die TU Berlin. Gemeinsam mit seinen Kollegen suchte er dort nach Verfahren, mit denen die fehlende Tiefeninformation rechnerisch rekonstruiert werden kann. Der damalige Doktorand Sebastian Knorr entwickelte ein so überlegenes Verfahren, dass die TU-Experten im nächsten Schritt die Konvertierung ganzer Filme in Angriff nahmen. 2005 konnten sie bereits erste Ergebnisse präsentieren – passend zu dem aufkommenden Trend von 3-D-Film-Produktionen.

Doch wie lässt sich aus einer zweidimensionalen Information die Tiefe bestimmen? Dazu müssen beide Augen des Zuschauers mit separaten Bildern versorgt werden. Das entspricht der natürlichen Seh-Situation, in der jedes Auge die Objekte über

**Durch die richtige Brille betrachtet**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die beiden Augen mit unterschiedlichen Bildern zu versorgen und so dreidimensionales Sehen zu ermöglichen.

- Ein Monitor mit einer hohen Bildfrequenz – am besten 120 Hertz – stellt zu schwelmen Wechseln zwischen verschiedenen Bildern für die beiden Augen dar. Der Zuschauer braucht eine „aktive Brille“, die ebenfalls mit hoher Bildfrequenz Bild und Monitor mischen darf, um mittels Infrarotlicht synchronisiert werden.
- Fullframe- oder Fullscreen-Displays werden zwei Bilder gleichzeitig. Dabei sorgen Linien dafür, dass das Licht der Teil in unterschiedliche Richtungen abgelenkt wird. Jedes Auge bekommt dadurch eine andere Information. Eine Brille wird dabei nicht benötigt.

Derzeit braucht das Imcube-Programm auf einem üblichen Heimcomputer pro Sekunde Film ungefähr fünf Minuten Rechenzeit. Mithilfe eines optimierten Programmieransatzes und moderner Hochleistungscomputer ließe sich das zweite Bild zukünftig, auch in Echtzeit berechnen. Die Kosten liegen zwischen 30000 und 50000 Dollar pro Minute Film. Wird gleich das Filmmaterial in 3-D gedreht, muss das die Ausgaben in etwa halbiert werden. Um rund 30 Prozent höher anzusetzen als normal. Je nach Projekt kann der 3-D-Freib oder die nachträgliche Bearbeitung kostengünstiger sein.

Das Imcube-Verfahren hat allerdings auch seine Grenzen. Denn es eignet sich am besten für Szenen, in denen sich nicht außer der Kamera bewegt. Bei Spielfilmen sind das lediglich fünf Prozent der Filmsequenzen, bei Dokumentarfilmen können es bis zu 30 Prozent sein. Darum liefern die siegessüchtigen Kamerallage der BBC-Dokumentation so wunderbare Vorlagen für das Imcube-Verfahren.

Für andere Szenen müssen alternative Verfahren eingesetzt werden. Beispielsweise viele Schauspielers im Bild, muss man ihnen von Hand eine individuelle Tiefe zuweisen und ihre Körper mithilfe von geometrischen Modellen dreidimensional machen. „So könnte man beispielsweise dem Kopf eines Ellipsoid zuweisen, sodass die Nase weiter vorn und die Ohren weiter hinten sind“, so Kunter. „Das ist wichtig bei der Berechnung des zweiten Bildes, weil das andere Auge die Schauspielers aus einem leicht veränderten Winkel wahrnimmt.“ An einem solchen Verfahren tüfteln die Imcube-Forscher derzeit noch.

Bis 2011 wollen die Berliner ein komplettes Programm entwickelt haben, das für die unterschiedlichsten Szenen die jeweils optimalen 3-D-Werkzeuge bereithält. Dann will Imcube seinen Service Filmstudios anbieten. Erste Gespräche, unter anderem mit Hollywood, hat es bereits gegeben. „Schon heute haben wir Anfragen ohne Ende, meistens aus Europa“, so Kunter. Die Konkurrenz sitzt in den USA und in Kanada. „Allerdings haben unsere Wettbewerber kein automatisches Verfahren und müssen einen hohen manuellen Aufwand betreiben.“ Dabei setzen sie beispielsweise auf Programme für rechnerunterstützte Konstruktionen (CAD), wie sie auch der Anlagen- und Maschinenbau verwendet. Jeder Frame muss dabei von Hand bearbeitet werden: Zuerst werden die Objekte identifiziert, dann ausgeschnitten und schließlich wie gewünscht transformiert.

Dass die Imcube-Technologie kinotauglich ist, hat sie bei einer Vorführung im Imax-Kino bewiesen. Das Interessante dabei: Die Experten der Filmstudios fanden die nachträglich bearbeitete Aufnahme überzeugender als einen Film, der von vornherein mit zwei Kameras gedreht worden war. Das liegt daran, meint Kunter, dass man diese beiden Kameras während der Aufnahmen sehr genau justieren müsse. „Dabei können viele Fehler auftreten.“

Für weitere Informationen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

Dr.-Ing. Matthias Kunter [CEO - CTO] - 0049.(0)30.314 245 71 - [kunter@imcube.com](mailto:kunter@imcube.com)  
Dr.-Ing. Sebastian Knorr [CEO - CMO] - 0049.(0)30.314 285 01 - [knorr@imcube.com](mailto:knorr@imcube.com)