

Produktionstechnik: Motion Control



# Motion Control: Basis vieler VFX

Die Umsetzung der umfangreichen Visual Effects, mit denen heute in Werbung und Kinofilmen gearbeitet wird, beginnt in vielen Fällen schon am Drehort: Motion-Control-Systeme bewegen dabei die Kamera.

QUELLE: WWW.TIMEFX.DE, TIM MENDLER • REDAKTIONELLE BEARBEITUNG: NONKONFORM

Schon seit der Erfindung des Cinematographen beruhen viele Filmtricks auf der Überlagerung mehrerer Aufnahmen. Jahrelang wurde dazu die Filmkamera statisch fixiert ("locked off"), es wurde mit unbewegter Kamera aufgenommen. Zunächst waren nur Mehrfachbelichtungen des gleichen Filmmaterials möglich, oder Stopp-Tricks, bei denen die Kamera angehalten, das Szenenbild teilweise verändert und dann weitergedreht wurde. Später konnten auch einzelne Aufnahmen per optischen Bank miteinander kombiniert werden. Die Motion-Control-Technik ermöglicht all dies und mehr auch bei bewegter Kamera, selbst wenn sehr komplexe Kamerafahrten durchgeführt werden. Überlagerungen oder Mehrfachbelichtung und das Zusammensetzen von Bildern aus vielen Einzel-elementen sind dadurch um viele gestalterische Möglichkeiten bereichert. Motion-Control-Systeme sind motorisierte, computergesteuerte Kamerakräne, mit denen sich vorprogrammierte Kamerabewegungen exakt ausführen und mehrfach hintereinander wiederholen lassen. Dabei sind die Bewegungen auch schrittweise und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausführbar. Als Kame-



**Motion-Control-Systeme sind motorisierte, computergesteuerte Kamerakräne, mit denen sich vorprogrammierte Kamerabewegungen exakt ausführen und mehrfach hintereinander wiederholen lassen. (Foto: Mark Roberts Motion Control)**

ras kommen verschiedene Film- und Videosysteme in Frage. Zudem ist es auch möglich, mit einem Motion-Control-System nicht die Kamera, sondern die Aufnahmeobjekte zu bewegen. Heute werden verschiedene Bildebenen (Layer) in der Regel beim digitalen Compositing miteinander kombiniert. Voraussetzung für glaubhafte, realistische Bildwirkung ist dabei die exakte Übereinstimmung von Perspektive und Kamerabewegung in allen Ebenen: Die jeweiligen Fahrten müssen alle sowohl räumlich wie auch zeitlich absolut iden-

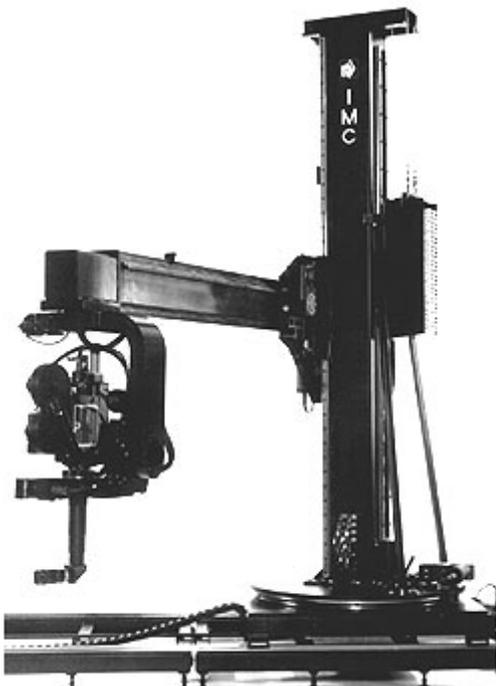
© Nonkonform GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Dieser Artikel wurde aus dem Online-Dienst [www.film-tv-video.de](http://www.film-tv-video.de) kopiert. Der Artikel und Ausdrücke davon sind nur für den persönlichen Gebrauch von registrierten Nutzern des Online-Dienstes [www.film-tv-video.de](http://www.film-tv-video.de) bestimmt. Alle Nutzer haben bei der Registrierung den Nutzungsbedingungen von [www.film-tv-video.de](http://www.film-tv-video.de) zugestimmt, die das Kopieren und Weiterverbreiten untersagen.

tisch sein, da ansonsten einzelne Bildelemente relativ zu anderen »schwimmen«, also im Verlauf der Szene eine unerwünschte Eigenbewegung aufweisen. Um exakt gleiche Bewegungsläufe mehrfach reproduzieren zu können, ist die Motion-Control-Technik auf das Zusammenspiel von drei Hauptkomponenten angewiesen: Mechanik, Elektronik und Datentechnik. Der eigentliche Kran muss verwindungsfest und biegesteif konstruiert sein, es müssen exakt gleichmäßig laufende Schritt- oder Gleichstrommotoren verwendet werden und es sind spielfreie Präzisionsgetriebe nötig. Die elektronische Komponente umfasst im wesentlichen die Motorensteuerung. Eine Computer-Steuerung ermöglicht Speicherung und Abruf von Bewegungsabläufen des Krans. Erst das perfekte Zusammenspiel aller Komponenten ermöglicht es, Kamerabewegungen millimetergenau zu programmieren und beliebig oft zu wiederholen.

### Grundsätzliche Bauweisen

**XYZ-Systeme** bestehen aus drei linearen, rechtwinklig zueinander aufgebauten Schienen, wie im kartesischen Koordinatensystem. Sie sind in der Regel fest instal-



(Foto: IMC, Interactive Motion Control)

liert und kommen aufgrund ihrer beschränkten Geschwindigkeit besonders bei Modellaufnahmen zum Einsatz. Die Kamera kann dabei an jeden Punkt des durch die Achsen definierten Raums positioniert werden.

**Boom/Swing-Systeme** ähneln einem herkömmlichen Kamerakran: Die Basis wird auf Schienen bewegt, darauf sitzt ein horizontal rotierender Aufbau, der Swing. Im Swing wiederum ist ein Armausleger gelagert, der Boom. Der Boom ist dabei so aufgehängt, dass er vertikale Bewegungen ausführen kann. Bei dieser Bauweise



(Foto: Gazelle von Sorensen Design International)

überlagern sich kreisförmige Kamerabewegungen von Boom und Swing mit den linearen Bewegungen der Basis auf den Schienen. Dennoch lassen sich mit Boom/Swing-Systemen auch exakt lineare Kamerafahrten in allen Achsen ausführen.



(Foto: Milo von Mark Roberts Motion Control Ltd.)

Dazu muss das System so ausgelegt sein, dass die kreisförmigen Bewegungen automatisch durch Korrekturbewegungen in den anderen Achsen kompensiert werden.

© Nonkonform GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Dieser Artikel wurde aus dem Online-Dienst [www.film-tv-video.de](http://www.film-tv-video.de) kopiert.

Boom/Swing-Systeme können trotz des gleichen Grundprinzips je nach Hersteller sehr unterschiedliche Formen und Ausmaße aufweisen. Sie erreichen trotz relativ kompakter Bauweise und hoher Mobilität überraschend große Reichweiten von bis zu 4 m optischer Achsenhöhe.

**Dolly-Systeme** sind meist aus einer kleineren, auf Schienen bewegbaren Basis mit einer ausfahrbaren Mittelsäule konstruiert, auf der sich ein Jib-Arm montieren lässt. Dolly-Systeme weisen meist eine niedrige Armlänge auf, bieten aber hohe Geschwindigkeiten von bis zu 5 m/s.



(Foto: Zebra von Sorensen Design International)

## Kamerakopf

Bei allen Systemen sitzt die Kamera selbst auf einem Kamerakopf mit zwei oder drei Rotationsachsen. So sind horizontale und vertikale Schwenks möglich (Pan, Tilt), sowie die Rotation der Kamera um die optische Achse (Roll). Die meisten Kameraköpfe erlauben die Montage von Videokameras und Camcordern ebenso wie das Montieren einer Filmkamera im 16-mm-, 35-mm- oder VistaVision-Format.

## Steuerung

Sämtliche Kamerafunktionen werden vom Steuer-Computer des Motion-Control-Systems aus fernbedient. Bei Filmkameras sind das neben Schärfe, Iris-Blende und Zoom auch Aufnahmegeschwindigkeit und Umlaufblenden-Winkel. Bei gut ausgestatteten Systemen kann der Steuer-

Computer zudem weitere Geräte wie Drehteller sowie licht- und pyrotechnische Effekte bildgenau steuern.

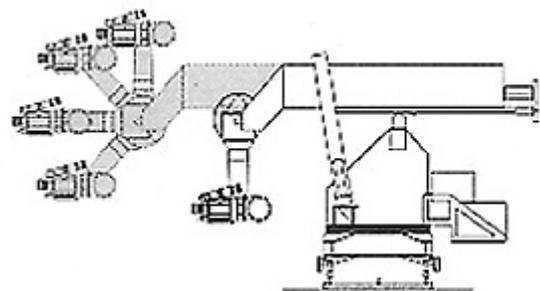


Kamerakopf (Foto: Sorensen Design International)

## Parameter

Generell gilt bei Motion-Control-Systemen die 3-aus-4-Regel für die Parameter Stabilität, Mobilität, Reichweite und Geschwindigkeit.

Soll das System stabil, schnell und mit großer Reichweite ausgestattet sein, erhöhen entsprechende Versteifungen das Gewicht und schränken somit die Mobilität ein.



(Grafik: Camera Control Inc.)

Eine Anlage mit reduzierter Reichweite oder Geschwindigkeit kann dagegen bei gleicher Stabilität entsprechend kompakter gebaut werden und ist mobiler.

Ein "Hochgeschwindigkeits"-Dolly in Ultraleichtbauweise neigt dagegen konstruktionsbedingt eher zu unerwünschten

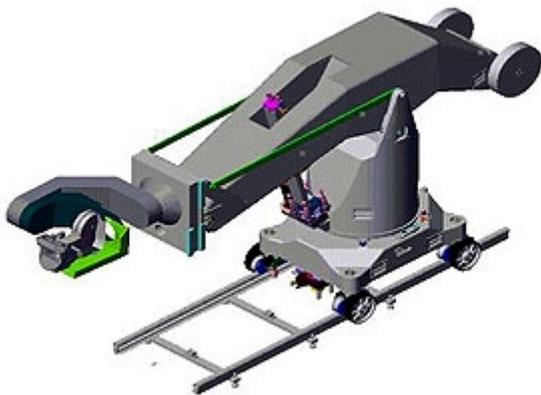
Schwingungen als größere, schwerere Systeme.

### Einsatzgebiet 1: Präzise, komplexe Kamerafahrten

Immer dann, wenn eine Kamera millimetergenau durch ein Set fahren soll, ist Motion Control erforderlich. Komplexe Kamerabewegungen können damit in einzelne Teilfahrten zerlegt und Schritt für Schritt definiert werden. Die resultierende Fahrt kann dann entweder in ihren Einzelteilen oder am Stück durchgeführt und aufgenommen werden.

Besonders bei Produktaufnahmen (Packshots) im Makrobereich ist der Einsatz von Motion Control von Vorteil oder sogar unabdingbar, da sowohl die genaue Kameraposition im Sub-Millimeterbereich, als auch die exakte Fokussierung programmiert werden kann.

Weiteres Plus: Motion Control ermöglicht bei statischen Aufnahmeobjekten die freie Wahl der Belichtungszeit. Wenn aufgrund längerer Belichtungszeit weniger Bilder pro Sekunde aufgenommen werden können, bewegt man einfach die Kamera langsamer und erreicht so bei der Vorführung die gleiche Geschwindigkeit des Bewegungsablaufs. Auch mit kleinen und/oder wenigen Lichtquellen können so Aufnahmen mit großen Blendenwerten und dadurch mit ausreichender Schärfentiefe realisiert werden.



(Grafik: Mark Roberts Motion Control)

### Einsatzgebiet 2: Multipass-Aufnahmen, Mehrfachbelichtung

Am häufigsten wird Motion Control eingesetzt, wenn mehrfach hintereinander die exakt gleiche Kamerafahrt wiederholt werden muss. Ein einfacher und bekannter Anwendungsfall hierfür sind Doppelgängeraufnahmen. Wenn dasselbe Objekt oder dieselbe Person mehrfach im Bild erscheinen soll, muss dies in mehreren Durchgängen aufgenommen werden, bei denen die Hintergründe und die Kamerabewegungen exakt gleich bleiben.



(Bild: Anyway B's Milo von Mark Roberts Motion Control)

Nicht nur komplexe Doppelgängeraufnahmen lassen sich so umsetzen, auch »Crowd-Multiplication« ist damit möglich, ein Verfahren, bei dem dieselben Komparsen unterschiedliche Bildteile bevölkern. Ebenso lassen sich entweder in der Postproduktion, aber auch schon in der Kamera, aus zwei Fahrten durch das gleiche Set, das einmal »leer« und einmal »bevölkert« ist, Ein- und Ausblend-Effekte im Verlauf einer Kamerafahrt verwirklichen: Da sich die Kamera bei beiden Durchgängen zu jedem Zeitpunkt der Fahrt in der exakt gleichen Position befindet, und somit den gleichen Bildausschnitt erfasst, verändern sich bei der Überblendung vom einen in den anderen Durchgang nur die Bildelemente, in denen sich das Set zwischen den beiden Durchgängen unterscheidet. Es

entsteht also eine durchgehende Fahrt, während der einzelne Objekte erscheinen oder verschwinden. Nach dem gleichen Prinzip lassen sich auch mehrere Durchgänge aufnehmen, die dann in der Nachbearbeitung im Verlauf der Szene mit unterschiedlichen prozentualen Anteilen übereinander gelegt werden. Ein Beispiel: Ein Produkt wird zunächst mit perfekter Ausleuchtung, unter optimalen Licht- und Schärfeverhältnissen aufgenommen. Dieser Durchgang wird meist als Beauty-Pass bezeichnet. Zusätzlich nimmt man dann noch verschiedene weitere Durchgänge auf, bei denen Lichtreflexe erzeugt, Filter eingesetzt und atmosphärische Effekte wie Nebel oder Regen beigelegt werden. Ein zusätzlicher Maskenpass erleichtert das Freistellen des Objektes in der Postproduktion. In der Nachbearbeitung lässt sich dann aus allen Elementen eine gemeinsame Fahrt komponieren, bei der sich im Nachhinein festlegen lässt, wann und wie stark Lichtkanten aufblitzen, der Nebelanteil zu und abnimmt, ein Filtereffekt den Bildeindruck verändert und das Produkt im besten Licht erstrahlt.

### Einsatzgebiet 3: Variation der Aufnahmeparameter

Weitere Gestaltungsmöglichkeiten bieten sich dadurch, dass man während oder vor verschiedenen Durchgängen die Laufrichtung der Kamera wechseln kann, es stehen



(Bild: Mark Roberts Motion Control)

dann für die Nachbearbeitung in der selben Bildkomposition vorwärts wie rückwärts ablaufende Ereignisse zur Verfügung. Auch die Aufnahmegeschwindigkeit (Bil-

der/Sekunde) kann sowohl zwischen den einzelnen Durchgängen wie im Verlauf eines Durchganges variiert werden, ohne dass sich die Kamerabewegung ändert. Eine Fahrt kann somit in Echtzeit, im Zeitraffer oder in Zeitlupe belichtet werden, oder es kann innerhalb einer programmierten Fahrt einen Übergang zwischen diesen zeitlichen Auflösungen geben. Voraussetzung ist natürlich, dass das Motion-Control-System physisch in der Lage ist, die programmierte Fahrt in der dabei geforderten Geschwindigkeit auszuführen.

### Einsatzgebiet 4: Unterteilte Fahrten, Modellaufnahmen

Eine im fertigen Film als durchgehend gezeigte Fahrt kann mit einem Motion-Control-System bei der Aufnahme in beliebig viele Einzelteile zerlegt werden, bis zur Einzelbild-Aufnahme. Das ist besonders bei Modellaufnahmen von Vorteil: Die Kamera kann sich dadurch stückweise durch ein Modell arbeiten und man kann nicht mehr im Bildausschnitt sichtbare Teile entfernen, die die weitere Fahrt verhindern oder erschweren würden.

Geht man bis in den Einzelbildbereich, dann lassen sich mit einer Motion Control auch in dem Fall Fahrten realisieren, dass Realfilm und Trickfilm kombiniert werden sollen. Man kann Einzelbild-Animationen und Stop-Motion-Tricks umsetzen. Einen Vorteil bietet die Motion Control dabei gegenüber der klassischen einzelbildweisen Belichtung in Stop-Motion: Die auf dem Motion-Control-System montierte Kamera kann jeweils ein Teilstück der Fahrt während der Belichtungsphase abfahren und somit für eine realistische Bewegungsunschärfe sorgen. Dieses Verfahren wird auch als Go-Motion bezeichnet. Zudem besteht die Möglichkeit, die Geschwindigkeit der Fahrt auf den Maßstab umzurechnen und somit Real- und Modellaufnahmen in der selben Bildkomposition zu vereinigen (Set-Erweiterung). Das erspart oft aufwendige Set-Bauten.

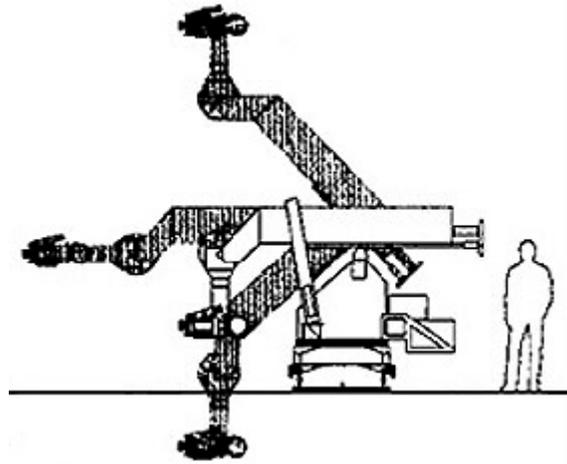
Natürlich ist es ebenso möglich, kleine Objekte überdimensional zu bauen und die Aufnahmen von Sets unterschiedlicher

© Nonkonform GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Dieser Artikel wurde aus dem Online-Dienst [www.film-tv-video.de](http://www.film-tv-video.de) kopiert.

Maßstäbe in verschiedene Bildebenen zu verwenden und miteinander zu kombinieren.

## Einsatzgebiet 5: Datentransfer zwischen Kamera und 3D-Grafik

Im Zeitalter der computer-generierten Bilder kommt ein großer Vorteil von Motion-Control-Systemen gegenüber herkömmlichem Grip-Equipment zum Tragen: Es können Bewegungsdaten zwischen der realen und der virtuellen Welt ausgetauscht werden.



(Grafik: Camera Control Inc.)

### Fragen zur Drehvorbereitung

1. Welcher spezielle Effekt macht den Einsatz der Motion Control notwendig?
2. Welches Trägermedium ist für das Endprodukt angestrebt: Film, Video, Disk?
3. Wo findet die Nachbearbeitung statt und auf welchem System? 2D und 3D?
4. Wer ist Ansprechpartner für die Nachbearbeitung?
5. Wo wird gedreht: Innen oder außen? Studio oder Originalschauplatz? Tag oder Nacht?
6. Welche Kamera soll eingesetzt werden? Mit welcher Geschwindigkeit? Bei Einzelbild-Aufnahme: Stop- oder Go-Motion?
7. Welche Entfernung soll zurückgelegt werden? In welcher Zeit?
8. Welche maximale und minimale Höhe muss die Kamera erreichen können?
9. Soll die Fahrt neu programmiert werden, oder werden vorhandene Daten eingespielt?
10. Wenn 3D-Computergrafik zum Einsatz kommt: Sollen die Bewegungsdaten übertragen werden? Wenn ja in welche Richtung? Von der oder zur Motion Control?
11. Gibt es die Möglichkeit einer Pre-Visualisierung in 3D?
12. Welche Optiken sind vorgesehen? Zoom-Objektive? Schnorchel?
13. Soll die Kamerafahrt zu einem bereits existierenden Ton synchronisiert werden?
14. Werden spezielle Zusatzgeräte benötigt, die von der Motion Control gesteuert werden sollen?

Sollen Realaufnahmen mit computer-generierten 3D-Elementen kombiniert werden, besteht die Möglichkeit, die Bewegungsdaten der Motion Control bildgenau ins Computer-System zu exportieren. Das beschleunigt und erleichtert die Kombination der Bildteile, aufwendiges Motion-Tracking kann vermieden werden. Die Daten können am Set gesichert und via Datenträger ans 3D-System geliefert werden. Aber auch die Übertragung in Echtzeit schon während des Drehs ist möglich, was bei modernen Systemen eine erste Kontrolle des späteren Compositings schon am Set ermöglicht.

Auch der umgekehrte Weg ist gangbar: 3D-Bewegungsdaten können in den Steuer-Computer eines Motion-Control-Systems importiert werden. Bei entsprechender Vorbereitung ist es dadurch unerheblich, ob die Realaufnahmen oder die Computergrafik-Elemente zuerst hergestellt werden. Wichtig ist dabei aber, dass alle Beteiligten wissen, was sie tun, denn in der virtuellen Welt lassen sich Fahrten und Bewegungsdaten vorgeben, die sich in der Praxis dann mit dem Motion-Control-System nicht oder nur unter extrem gesteigertem Aufwand realisieren lassen.

### Drehvorbereitung

Für alle zum Einsatz kommenden Optiken muss bereits im Vorfeld des Drehs der Nodalpunkt ermittelt und in das Motion-Control-System eingegeben werden.

Ebenso ist es ratsam, den effektiven Bildöffnungswinkel, die Mattscheiben-Einzeichnung (Frameleader), sowie Linsenverzeichnungen mit Hilfe eines Gitterrasters (Grid) zu dokumentieren. Gegebenenfalls müssen Referenzpunkte im Set installiert und/oder Drehorte exakt vermessen werden.

## Das richtige System finden

Je nach Aufgabenstellung gilt es, die beste Anlage für den jeweiligen Zweck und das entsprechende Budget zu finden. Generell ist es sinnvoll einen VFX-Supervisor zu Rate zu ziehen. Ist dieser Posten bei einer Produktion nicht besetzt, empfiehlt es sich, den Motion-Control-Operator und den 2D/3D-Operator so früh wie möglich in die Vorbereitungen einzubeziehen.

### Der Experte: Tim Mender



Tim Mender, ist Autor einer Web-Site . die als Vorlage für diesen Artikel diente. Er hat an der Brüsseler Filmhochschule das Fach Kamera studiert. Nach Praktika und zweijähriger Tätigkeit als Kameraassistent arbeitet er seit 1997 freiberuflich als Motion Control Operator. Mender hat Aufträge für Aardman Animations (Bristol), Anyway B (Brüssel), Clayart (Frankfurt), Excalibur (Paris) und Magicmove (München) ausgeführt.

Im Bereich Motion Control hat Tim Mender an zahlreichen Musikvideos und Werbespots mitgewirkt, aber auch an den Spielfilmen »The 13th Floor«, »Im Anfang war der Blick« und »The Patriot«.

Weitere Informationen über Tim Mender und seine Arbeit bietet seine persönliche Web-Site [www.timefx.de](http://www.timefx.de).

