

Schwebende Kamera

**Vergleich und Untersuchung von verschiedenen
Kamerastabilisierungssystemen mit dem Schwerpunkt
auf Gimbal-Systemen**

Bachelor-Thesis

zur Erlangung des akademischen Grades B.Sc.

Jannis Schöneberg

2003090



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Design, Medien und Information
Department Medientechnik

Erstprüfer: Prof. Wolfgang Willaschek

Zweitprüfer: Christina Becker

Hamburg, 31. 08. 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Struktur	5
2	Schwebende Kamera	6
2.1	Anwendung	7
2.2	Bildstabilisierung	8
3	Bestehende Kamerastabilisierungssysteme	9
3.1	Steadycam	9
3.1.1	Aufbau und Funktionsweise	11
3.1.2	Vor- und Nachteile	15
3.1.3	Anwendungsbereiche	16
3.2	Schwebestative	17
3.2.1	Aufbau und Funktionsweise	19
3.2.2	Vor- und Nachteile	21
3.2.3	Anwendungsbereiche	22
3.3	Kreiselstabilisierungssysteme (Cineflex)	23
3.3.1	Aufbau und Funktionsweise	24
3.3.2	Vor- und Nachteile	26
3.3.3	Anwendungsbereiche	27
4	Gimbal-System	29
4.1	Aufbau und Funktionsweise	31
4.2	Vor- und Nachteile	35
4.3	Anwendungsbereiche	36
5	Vergleich	37
5.1	Praktischer Test	38
5.1.1	Konzept	44
5.1.2	Durchführung	45
5.1.3	Erkenntnisse	47
5.1.4	Anwendungsbeispiel	49
5.2	Ergebnis	49
6	Fazit	53

7	Ausblick	54
A	Anhang	56
A.1	Angebot von Gimbal-Systemen während der Beschaffung	56
A.2	Programme zum Konfigurieren des Gimbal-Systems FeiyuTech G4 . .	57
A.3	Aufnahmen des praktischen Tests (Auf DVD)	58
A.3.1	Funktionstest Gimbal.mp4	58
A.3.2	Funktionstest Schwebestativ.mp4	58
A.3.3	Schwenk 1.mp4	58
A.3.4	Schwenk 2.mp4	58
A.3.5	Gang 1.mp4	58
A.3.6	Gang 2.mp4	58
A.3.7	Gang 3.mp4	58
A.3.8	Gang 4.mp4	58
A.3.9	Gang 5.mp4	58
A.3.10	Gang 6.mp4	58
A.3.11	Gang 7.mp4	58
A.4	Kurzfilm "Hamburg by Car" (Auf DVD)	58
	Abbildungsverzeichnis	59
	Tabellenverzeichnis	61
	Literaturverzeichnis	62

Abstract

This thesis delves into the potential of camera stabilization and the innovation going on throughout the topic recently. It compares different systems and studies the new sector of gimbal systems, coming from drones and modeling, which gain more and more importance in the field of traditional camera stabilization with inexpensive technology and dense architecture.

Does this system provide equal camera work for the semiprofessional sector and is this technology even capable for the use in professional TV and film production?

Will the well-established Steadycam be replaced some day? The following chapters shall clarify this.

Zusammenfassung

Diese Arbeit befasst sich mit den Möglichkeiten der Kamerastabilisierung und den technischen Neuerungen, die auch in diesem Bereich in der letzten Zeit stattgefunden haben, stellt verschiedene Systeme gegenüber und beleuchtet den neuen Bereich der Gimbal-Systeme, die mit ihrer kostengünstigeren Technik und kompakten Bauweise, aus dem Bereich der Kameradrohnen und dem Modellbau kommend, immer mehr in das Gebiet der traditionellen Kamerastabilisierungssysteme vordringen.

Kann dieses System gleichwertige Kameraführungen für den semiprofessionellen Bereich bieten und ist diese Technik sogar für den professionellen TV/Film Einsatz geeignet?

Wird die etablierte Steadycam irgendwann abgelöst werden? Das sollen die nachfolgenden Kapitel klären.

1 Einleitung

In der schnelllebigen Medienbranche, vor allem bei Film und Fernsehen entstehen immer wieder Neuerungen, die Bestehendes ablösen und ganze Bereiche revolutionieren. Gerade in den letzten Jahren mit der Digitalisierung der Bildaufzeichnung und Bearbeitung, der Verbreitung von HDTV und fliegenden Kameradrohnen herrscht ein gewisser Umbruch. Auch durch den Wandel des Medienkonsums und der größer werdenden Rolle des Internets mit Plattformen wie Youtube, Vimeo, Twitch und auch Facebook verlagert sich die Produktion von Medieninhalten immer mehr auch in semiprofessionelle Bereiche und es entstehen neue Anforderungen an die Technik.

Eine kostengünstige Anschaffung, eine leichtere Bedienung und weniger Zeit zur Vorbereitung, bei gleichzeitiger Qualität und professioneller Anmutung des Materials sind gefragt.

Eben dieser Wandel hat auch im Bereich der schwebenden Kamera bzw. der dafür eingesetzten Kamerastabilisierungssystemen neue Technologien hervorgebracht. Eine davon ist das sogenannte Gimbal-System, welches zunächst im Modellbau und bei Kameradrohnen (Quadrocopter) zum Einsatz kam. Mittlerweile kann diese Technik aber auch im Einsatzgebiet der etablierten Steadycam und anderen Systemen eingesetzt werden. Dabei sollen die oben genannten Kriterien, wie eine kostengünstige Anschaffung und leichte Bedienung bei gleichbleibender Qualität eingehalten werden.

1.1 Struktur

Die Arbeit ist in zwei grobe Bereiche eingeteilt. Im ersten Teil werden die bestehenden Kamerastabilisierungssysteme untersucht und Anwendungsbereiche und Anforderungen definiert. Im zweiten Teil folgt dann die Vorstellung des Gimbal-Systems als neues Kamerastabilisierungssystem und die Gegenüberstellung mit den anderen Systemen. Ergänzt wird dieser Teil mit praktischen Tests und Untersuchungen, sowie eine abschließende Wertung und einen Ausblick auf den möglichen Einsatz im semiprofessionellen und professionellen Bereich.

2 Schwebende Kamera

Die "Schwebende Kamera" meint eine örtliche Bewegung der Kamera innerhalb einer Einstellung ohne nennenswertes Wackeln und ungewollte ruckartige Bewegungen der Kamera. Die Kamera "schwebt" förmlich durch den Raum. Diese schwierige Disziplin ist neben dem einfacheren Schwenken, Neigen und Zoomen der Kamera wohl die Ansehnlichste der Kamerabewegungen (vgl. [Biebeler 2006: 63](#)).

Die Bewegung kann über aufwändige Technik, wie zum Beispiel einen Kamerakran oder einen Dolly realisiert werden. Ein Dolly ist ein kleines Fahrzeug, das die Kamera über vorher fest verlegte Schienen bewegt. Bei einem ebenen Untergrund kann der Dolly auch mit montierten Rädern frei über die Oberfläche geschoben werden und so eine Kamerafahrt durchführen. In Fernsehstudios werden Fahrten hauptsächlich durch ein Pumpenstativ realisiert. Voraussetzung dafür ist ein sehr ebener und glatter Studioboden.

Deutlich einfacher lassen sich Kamerafahrten natürlich aus der Hand drehen. Hierbei kann der in den meisten Consumer-Kameras eingebaute optische oder digitale Bildstabilisator im begrenzten Maße helfen (siehe Kapitel 2.1). Allerdings lassen sich so nur kleine Bewegungen ausführen, da eine längere und schnellere Fahrt aus der Hand unweigerlich durch die Bewegungen des Körpers beim Gehen beeinflusst wird (vgl. [Biebeler 2006: 64](#)). Die Illusion der schwebenden Kamera ist zerstört.

Hier können die Kamerastabilisierungssysteme aushelfen, da diese die Bewegungen des Körpers kompensieren und so eine schwebende Kamerafahrt aus der Hand ermöglichen. Dies ist vor allem bei engen Drehorten, unwegsamem Gelände, Treppen und flexiblen Kamerafahrten (bspw. 360° Bewegungen um ein Objekt herum, Dollyschienen und Kran wären sichtbar) von Vorteil. Außerdem kann den Akteuren auch ein größerer Spielraum bei Live-Übertragungen gewährt werden. Die verschiedenen Systeme werden in Kapitel 3 genauer behandelt. In Kapitel 4 folgt dann das Gimbal-System als neues Kamerastabilisierungssystem.

2.1 Anwendung

Die schwebende Kamera ist heute ein gern eingesetztes Mittel in Film und Fernsehen. Bei schnelleren Kamerafahrten im Studio, beispielsweise Reißschwenks in das Publikum oder Fahrten dicht am Geschehen vorbei. Etwa eine Nahaufnahme, die dann schnell in eine Fahrt übergeht. Eine Verfolgung einer Person durch verschiedene Terrains oder durch Gebäude und andere enge Bereiche wird auch gerne über die schwebende Kamera aufgelöst. Aufnahmen, die generell losgelöst von festen Positionen sind, wie etwa eine lange bewegte Eröffnungssequenz eines Filmes, wo teilweise auch verschiedene Techniken kombiniert werden. So kann die Sequenz mit einer Fahrt am Boden und durch Gebäude beginnen, dann steigt die Steadycam auf einen Kran und es folgt ein Schweben durch die Luft (vgl. Kill Bill von Tarantino). Auch bei weiter entfernten Vogelperspektiven oder Verfolgungen, die mit dem Helicopter oder Kameradrohnen realisiert werden, ist die schwebende Kamera gewünscht.

Szenen, die Schwerelosigkeit oder ein hohes Tempo und Dynamik in der Bewegung ausstrahlen sollen sind gut durch die schwebende Kamera darzustellen. Doch auch ruhigere Szenen, in denen nur eine ganz geringe und gleichmäßige Bewegung gefragt ist, kann durch die schwebende Kamera dargestellt werden. Die Mischung mit stehenden Aufnahmen, Bewegungen aus der Hand und Schwenks oder das Verändern der Brennweite kann dann im Kontext die Erzählung eines Filmes unterstützen.

Die Bewegung der Kamera aus der Hand, also nicht mit der Illusion des Schwebens im Raum, kann aber durchaus auch gewollt sein. Allerdings strahlt diese Aufnahme mehr Spontanität, Action oder Hektik aus und produziert ein "schmutzigeres" Bild (vgl. Jovy 2013: 229). Dies kann hilfreich für die Subjektive sein (vgl. Biebeler 2006: 57). So kann zum Beispiel das Wegrennen einer Person aus der Ich-Perspektive durch diese Art der Bewegung dargestellt werden. Generell werden Blicke einer Person, die mit der Kamera dargestellt werden, meist durch diese Art der Bildführung und nicht durch die schwebende Kamera realisiert.

Zusammengefasst lassen sich einige "Klassiker" für die schwebende Kamera in Film und Fernsehen als Beispiele ausmachen:

- Luftaufnahmen mit Helicopter, Spidercam oder Drohnen
- Verfolgung von menschlichen Bewegungen durch Flure, Menschenmengen, etc.
- Musikalische Auftritte (unter Anderem das Umkreisen des Künstlers auf der Bühne)
- Szenen, die einen schnellen Umbau bei gleichzeitig ruhiger Kameraführung er-

fordern (z.B. Aufnahmen im Stadion auf dem Feld (Nationalhymnen, Platzwahl, Ecken...))

- Szenen im Weltraum

Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll nur einen Eindruck verschaffen, wo besonders auf den Effekt der schwebenden Kamera geachtet wird.

2.2 Bildstabilisierung

Bevor nun die Kamerastabilisierungssysteme im Einzelnen folgen, noch ein Wort zur Bildstabilisierung. Hier wird nicht die Kamera als Solches stabilisiert sondern nur das Bild, welches innerhalb der Kamera entsteht.

Optische und digitale Bildstabilisatoren sind heutzutage standardmäßig vor allem in Consumer-Kameras, Fotoapparaten (bzw. den Objektiven) und auch Smartphones verbaut. Der optische Bildstabilisator wird durch die Verschiebung einzelner Linsen oder Prismen entgegen der wackelnden Bewegungen der Hand realisiert, während der digitale Bildstabilisator durch einen Bewegungssensor und Berechnungen innerhalb der vom Bildsensor aufgenommenen Videodaten arbeitet. Hierfür muss ein gewisser Puffer durch den Bildsensor aufgenommen werden (mehr Bildinformation als sichtbar), um innerhalb dieses Bereiches den Ausgleich der ungewollten Bewegungen zu berechnen. In der Fotografie soll hauptsächlich dem Verwackeln der Kamera beim Auslösen vorgebeugt werden. Bei Videokameras und Smartphones soll damit bei Bewegungen und Schwenks ein ruhigeres Bild erreicht werden.

In gewissem Maße funktioniert diese Technik auch für die schwebende Kamera, allerdings bei viel kleineren Toleranzen. Auch ist eine kontinuierliche und gleichmäßige Bewegung oder ein Schwenk erheblich von der führenden Hand abhängig. Hier kann die Technik nur sehr begrenzt kompensieren. (vgl. [Biebeler 2006: 64](#))

In professionellen Produktionen wird diese Art der Bildstabilisierung aber nur sehr selten verwendet. Im Bereich der Fernsehproduktionen wird der optische Bildstabilisator gelegentlich für Aufnahmen mit sehr hohen Brennweiten eingesetzt, da hier eine besondere Gefahr der Verwackelung besteht. Diese Aufnahmen werden allerdings, bedingt durch den Einsatz einer Large Lens, immer vom Stativ aus gedreht und sollen vor allem die Erschütterungen des Stativs ausgleichen.

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

Zunächst nun der Blick auf die bestehenden Kamerastabilisierungssysteme. Die nachfolgenden Technologien haben alle das Ziel, auftretende unerwünschte Bewegungen der Kamera zu vermeiden und ein ruhiges Bild zu produzieren. Die “schwebende Kamera” setzt nicht zwangsläufig ein Kamerastabilisierungssystem voraus, durch diese ist jedoch der Aufwand geringer, und die Möglichkeiten vielfältiger und es können noch beeindruckendere Ergebnisse erzielt werden.

3.1 Steadycam

Die Steadycam (als Firmenmarke auch Steadicam) ist wohl das Bekannteste aller Kamerastabilisierungssysteme. Es wird von der “Königin des bewegten Fernsehens” (vgl. Jovy 2013: 231) oder dem “Nonplusultra” (vgl. Biebeler 2006: 64) gesprochen.

Erfunden wurde das System Anfang der 1970er-Jahre von Garrett Brown. Brown war ein engagierter Kameramann aus New Jersey. Schon immer fasziniert von Kamerafahrten, die damals nur mit einem Dolly oder Kran möglich waren, kaufte er sich ein Dolly-System mit vier Schienenelementen. Das System enttäuschte ihn aber und er war mit den Einschränkungen und der unflexiblen Handhabung nicht zufrieden. Daraufhin überlegte er sich eine Technik, mit der man eine Kamera an einen Menschen “montieren” konnte. Rückblickend sagt Brown: “Mein Traum war es, dass Kamera und Schauspieler sich würden umschwirren können. Und warum sollte es nicht möglich sein, mit der Kamera zu laufen oder gar zu rennen? [...] Das Problem bestand darin, das ausgeklügelte physiologische Autojustiersystem des menschlichen Sehens in ein entsprechendes technisches Gerät zu übersetzen: Ein Stabilisator musste her.” (vgl. Eue 2002)

Seine ersten Prototypen hatten noch das Problem, dass diese zu groß und kompliziert zu bedienen waren und essenzielle Dinge, wie das einfache Schwenken der Kamera nach links und rechts bzw. auf und ab fehlten. Zudem verlangten Firmen wie “Panavision”, dass die Demoaufnahmen im 35mm Filmformat vorliegen müssen. Brown hatte damals nur eine Ein-Mann Firma und verfügte noch nicht über diese Technik.

(vgl. Eue 2002)

Nach einigen Wochen Feintuning hatte er aber sein System so weit entwickelt, wie es heute noch grundlegend funktioniert (Abb. 3.1) und drehte den Demofilm “30 impossible shots”, der so hieß, weil er 30 Szenen enthielt, die mit der damaligen Hollywood Technik unmöglich waren. Nur die Steadycam war in der Lage Szenen, wie das Laufen über weites Feld, das Springen über eine knapp einen Meter hohe Kante oder das Begleiten eines Schwimmers im Pool vom Beckenrand aus zu liefern. (vgl. Tustin 2015)

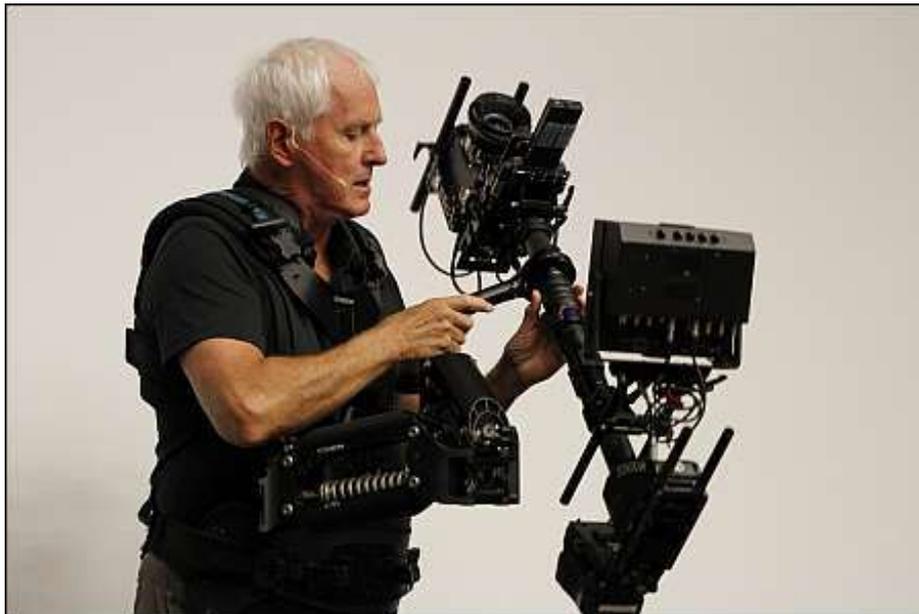


Abbildung 3.1: Garrett Brown mit seiner Steadicam - Festival del film Locarno/ Sailas Vanetti

Erst als sich der Kameramann von Hal Ashbys “Bound for Glory” an in wandte, um eine Szene in dem Film umzusetzen, bot sich die Chance das System professionell einzusetzen. Brown wurde feiernd aus der Mustervorführung getragen und sein System bekam den Namen “Steadicam”. Der Film war somit der erste Kinofilm, der die Steadycam einsetzte. (vgl. Eue 2002)

Danach folgte 1976 mit “Rocky” ein sehr bekannter Film. Brown drehte unter anderem die berühmte Szene, in der Sylvester Stallone für das Boxtraining die Treppen auf und ab steigt. Dies markiert zusammen mit John Schlesingers “Marathon-Mann” (ebenfalls 1976) den Durchbruch der Steadycam.

1977 erhielt Brown das Patent auf die von ihm benannte “Steadicam” und 1978 folgte dann sogar ein Oscar für technische Erfindungen.

Stanley Kubrick, der ihn schon 1976 kontaktierte, um ihn und seine Erfindung für den Film “The Shining” zu verpflichten, drehte dann 1979 diesen Film mit Brown. Er war speziell auf die Steadycam ausgerichtet. So unter anderem eine Verfolgungsjagd durch einen Irrgarten mit Neuschnee. Brown musste im Lauf mit den Füßen genau die Fußstapfen des Jungen treffen, damit bei dessen ängstlichem Blick zurück wirklich nur seine Fußstapfen zu sehen waren. “The Shining” und vor allem Workshops, die Brown anschließend durchführte, bewirkten eine immer schnellere Ausbreitung der Steadycam. (vgl. [Tustin 2015](#))

Er drehte über 100 weitere Filme mit der Steadycam, unter anderem “Raging Bull”, “Blowout”, “Reds”, “Indiana Jones” oder “Star Wars: Rückkehr der Jedi Ritter”.

1979 war in Deutschland die Premiere von Browns neuem System mit dem Film “Der Willi-Busch-Report” von Niklaus Schilling. Er wurde nahezu komplett mit Steadycam gedreht (vgl. [Wikipedia - Steadicam 2015](#)).

Die Steadycam hat sich natürlich in den folgenden Jahren noch weiter verbessert und sich den veränderten Umständen angepasst. Dennoch ist das Grundprinzip bis heute gleich geblieben. Die Firma Tiffen (www.tiffen.com), bei der momentan die Lizenz zum Vertrieb der “Steadicam” liegt, bietet zur Zeit 11 verschiedene Versionen an. Andere Hersteller haben das Prinzip auch umgesetzt und bieten ebenfalls Steadycams an. So gibt es Systeme beispielsweise von Sachtler oder Glidecam.

Durch die immer kleiner werdenden Kameras haben sich auch kleinere Versionen entwickelt, die meistens unter dem Namen Schwebestativ, Schwebesystem oder Hand Held Stabilizers zusammengefasst werden. Allerdings wird auch die klassische Steadycam im Deutschen öfters Schwebestativ genannt. Diese folgen noch in einem gesonderten Kapitel.

3.1.1 Aufbau und Funktionsweise

Die Steadycam basiert auf dem physikalischen Prinzip eines zweiseitigen Hebels. Die Oberseite des Systems, also der obere Hebel ist durch das Gewicht der Kamera definiert. Der untere Hebel ist zum Ausgleichen des Gewichts und des Drehmoments der Kamera mit einem Gegengewicht ausgestattet, dass im Optimalfall genau gleich schwer ist bzw. das gleiche Drehmoment hat (häufig wird durch die Verlängerung des unteren Hebels Gewicht eingespart, da sich dadurch mit weniger Gewicht das identische Drehmoment erreichen lässt). Meist bilden Kontrollmonitor und Akkus das Gegengewicht der Steadycam.

Der Kontrollmonitor ist notwendig, da es bei einer Steadycam nicht mehr möglich ist, einen herkömmlichen Sucher zu benutzen. Dies würde zu Erschütterungen der Ka-

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

mera führen, und die periphere Sicht des Kameramanns für Bewegungen im Raum einschränken. Durch den Kontrollmonitor hat der Kameramann im Hintergrund immer die Sicht auf den vor ihm liegenden Boden. Die Akkus werden komplett in den unteren Hebel ausgelagert, um das System möglichst leicht zu konstruieren. Akkus, die direkt an die Kamera angeschlossen wären, müssten unten dann zusätzlich ausgeglichen werden. Dieses Auswiegen des Systems kann viel Zeit in Anspruch nehmen und erfordert Erfahrung mit dem jeweiligen System, da es essenziell für die korrekte Funktion der Steadycam ist.

Ziel ist eine Balance des Systems in alle Richtungen (a, b, c) (Abb. 3.2).

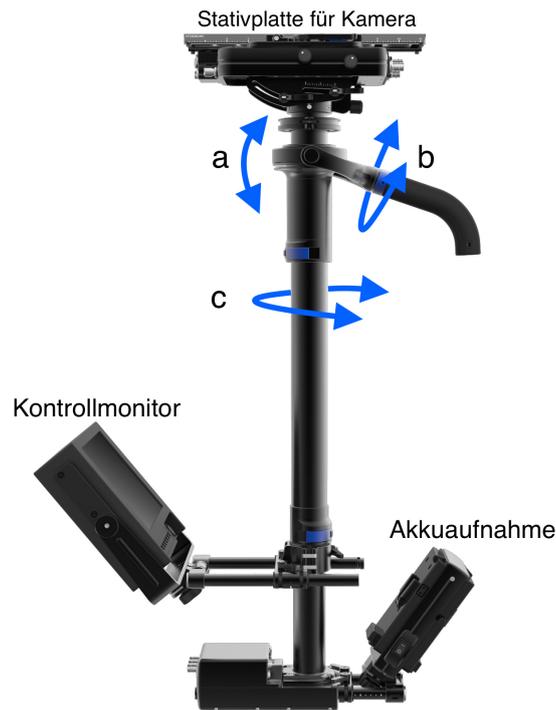


Abbildung 3.2: Kameraeinheit einer Steadycam mit kardanischer Aufhängung und Raumachsen a, b, c - vgl. <http://tiffen.com/steadicam/steadicam-m1/>

Nun wird eine kardanische Aufhängung im Punkt der Balance des zweiseitigen Hebels angebracht. Durch diese, an allen Achsen a, b, c im Raum bewegliche, Aufhängung (Abb. 3.2), kann die Kamera nun in alle Richtungen verlagert werden und behält dann durch die Balance ihre Position bei. Durch die Trägheit der Masse bzw. dem Trägheitsmoment hat das System darüber hinaus das Bestreben, bei ruckartigen Bewegungen an der Aufhängung, in seiner aktuellen Position zu verbleiben (das selbe physikalische Prinzip findet sich beim Seiltänzer, der eine möglichst lange Stange in den Händen hält, da diese dann auch das Bestreben hat, in der aktuellen Lage und Position zu verbleiben). Dadurch kann das System vom Kameramann durch

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

den Raum bewegt werden, und durch das Trägheitsmoment verbleibt das System in Ruhelage. Lageänderungen, um einen Schwenk oder Ähnliches durchzuführen, sind zudem sehr gedämpft, da das Trägheitsmoment auch diese Bewegungen ruhig und sanft übersetzt.

Da das System nun mit einer professionellen Kamera 20 kg und mehr wiegen kann, ist es nicht möglich das System allein mit der Hand an der Aufhängung zu führen. Daher hat Garrett Brown einen Arm entwickelt (Abb. 3.3), der mit Hilfe einer Weste (Abb. 3.4) an den Körper montiert wird und dann mit der Aufhängung verbunden wird. Dieser Arm ist mit Federn ausgestattet, deren Federkraft an das Gewicht des restlichen Systems angepasst werden kann. Durch diese Federn ist nun sichergestellt, dass der Arm, wenn er mit der Kameraeinheit verbunden ist, weder das Bestreben hat die Kamera nach oben zu drücken, noch unter dem Gewicht nachzugeben. Dadurch kann der Kameramann die Kameraeinheit mit nur zwei Fingern in Position halten, und das komplette Gewicht wird durch den Arm auf die Weste, und damit den Körper, abgeleitet. Die Bewegungsfreiheit bleibt aber weitgehend erhalten.



Abbildung 3.3: Arm einer Steadicam mit anpassbaren Federn und Verbindungen zur Weste und Aufhängung - <http://tiffen.com/steadicam/steadicam-m1/>

Der Kameramann beeinflusst die Bewegung allerdings auch durch den Arm. Während Gehbewegungen, Erschütterungen oder schnelle Positionsänderungen ausgeglichen werden, kann der Kameramann durch die Verlagerung des Beckens die Bewegungsrichtung der Kamera im Bezug zum Körper verändern. Sobald der Kameramann sein Becken aus der Waage beispielsweise nach vorne neigt und dadurch die Aufhän-

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

gung des Arms an der Weste neigt, fängt die Kamera an, sich mit dem Arm vom Körper weg nach vorne zu bewegen. Neigt der Kameramann das Becken nach hinten, bewegt sich die Kamera auf den Körper zu und so weiter. Meistens versucht der Kameramann aber, das Becken, und damit die Kamera, in Waage zu halten. Er kann jedoch Positionsänderungen und schnelle Schwenks durch diese Verlagerung des Beckens unterstützen.



Abbildung 3.4: Weste einer Steadicam - <http://tiffen.com/steadicam/steadicam-m1/>

Diesen Ablauf zu beherrschen ist einer der schwierigen Punkte bei der Bedienung einer Steadicam und erfordert viel Erfahrung. Das Hauptgewicht der Steadicam liegt nämlich auf dem Hüftgurt der Weste und nicht auf den Schultern, wie man leicht annehmen kann (vgl. Petrasch; Zinke 2003: 124). Dies konnte ich auch in einem Selbstversuch nachvollziehen (Abb. 3.5).

Zudem sollte der Einsatz einer Steadicam trainiert werden, da man bei einem längeren Dreh über ausreichend Kondition und gleichbleibende Kontrolle des Systems verfügen muss. Sauber wirkende und fehlerfreie Aufnahmen sind nur durch viel Übung zu erreichen. Daher gibt es Kameramänner die sich nur auf den Beruf des Steadicam-Operators spezialisiert haben. Außerdem gibt es spezielle Pausenregelungen für den Steadicam-Operator (vgl. Biebeler 2006: 64).

Die Steuerung von Blende und Fokus (manchmal auch Zoom (vgl. Jovy 2013: 136), ansonsten steuert der Kameramann dies selbst mit der anderen Hand) wird von einem Assistenten übernommen, der mit einer Fernbedienung dem Kameramann folgt oder über einen Kontrollmonitor die Einstellungen vornimmt. Beim Fernsehen übernimmt die Steuerung der Blende, wie auch bei den normalen Kameras, der Bildingenieur. Damit hat der Kameramann mindestens eine Hand frei für die Führung der Steadicam und die Kamera muss nicht direkt an den Bedienelementen berührt werden.



Abbildung 3.5: Komplette Steadicam im Selbstversuch

3.1.2 Vor- und Nachteile

- + Ein großer Vorteil der Steadicam ist, dass das System im professionellen Bereich sehr ausgereift ist. Große Neuerungen sind in den letzten Jahren nicht hinzugekommen (vgl. kameramann.de 2013), und es gibt viele Kameramänner, die Erfahrung im Einsatz mit der Steadicam haben und die Bedienung perfektioniert haben.
- + Die Steadicam ist mittlerweile in der Lage, Kameras von beliebiger Größe aufzunehmen. Es gibt diesbezüglich keine Einschränkungen und es können auch aktuelle 3D oder 4K Kinokameras eingesetzt werden.
- + Die Steadicam funktioniert nur durch Gravitation und Mechanik. Es wird keine separate Stromversorgung benötigt und die Bauweise ist sehr robust.
- + Durch den Einsatz des gefederten Arms wird die Kamera zusätzlich zu den 3-Achen auch in der Höhe stabilisiert und abgedämpft.
- - Das hohe Gewicht der Bauteile und die Anforderung, die Kamera durch zusätzliches ausgleichendes Gewicht an der Unterseite zu stabilisieren sorgen für eine hohe Gewichtsbelastung des Operators (vgl. Petrasch; Zinke 2003: 124).
- - Das Meistern der Steadicam ist sehr schwer und erfordert viel Übung und Erfahrung. Im professionellen Bereich werden meist nur Kameramänner einge-

setzt, die sich ausschließlich auf die Steadycam spezialisiert haben (Steadycam-Operator) (vgl. Petrasch; Zinke 2003:124).

- - Der Preis für ein professionelles Steadycam-System ist sehr hoch. Er liegt immer noch bei mehreren zehntausend Euro (vgl. Petrasch; Zinke 2003:124). Für den semiprofessionellen Bereich beziehungsweise den Amateur sind diese Systeme daher weniger geeignet.
- - Das Auswiegen der Steadycam und das Erreichen der absoluten Balance kann sehr zeitaufwändig sein und erfordert Erfahrung. Bei einem Umbau der Kamera oder auch nur dem Wechseln eines Objektivs ist ein neues Auswiegen erforderlich. Auch ein Wechsel der Betriebsart in den sogenannten "low-mode" (Kamera ist unten angebracht, das Gegengewicht oben), um Aufnahmen in Bodennähe zu erstellen, erfordert Zeit und Aufwand.
- - Die Steadycam ist anfällig für windige Einsatzbereiche (Wetterbedingungen, Fahrtwind bei Auto oder Helicopter) und kann nicht fest an sich bewegende Objekte (bspw. Helicopter, Flugzeug, Auto, Drohne) montiert werden.

3.1.3 Anwendungsbereiche

Durch den hohen Preis der Systeme sind die Anwendungsbereiche allein durch diesen Faktor schon begrenzt. Ein Einsatz bei möglichst kostengünstigen semiprofessionellen Produktionen ist eher selten. Professionelle Systeme sind daher zur Zeit noch relativ konkurrenzlos vor allem bei Fernsehsendern und in der Filmproduktion im Einsatz. Kaum eine Hollywood-Produktion kommt heutzutage ohne eine Steadycam aus (vgl. Jovy 2013:135). Da die Systeme schon Ende der 70er Jahre in diese Bereiche vorgedrungen sind, haben Sie sich sehr etabliert, wenn es um die schwebende Kamera geht. Auch kleinere Systeme im semiprofessionellen Bereich für leichtere Camcorder, zum Beispiel von Sachtler oder Glidecam, kosten immer noch ab 2500 Euro (vgl. Jovy 2013:136).

Die Steadycam wird an erster Stelle bei schwebender Kamera am Boden (auf menschlicher Höhe) und in engen Bereichen, bei gleichzeitig flexiblen Einsatz verwendet. Gerade beim Arbeiten nah an der Perfektion und wenn das Budget ausreichend groß ist. Mit einem geübten Steadycam-Operator und einem professionellem System ist der Effekt der schwebenden Kamera erstklassig. Schwierig wird es bei der Befestigung an fahrenden Objekten oder windigen Drehorten.

Im Fernsehstudio übernimmt die Steadycam alle Einstellungen, die mit den Pumpenstativen oder einem Kran nicht erreichbar sind. Etwa schnelle Fahrten, zum Beispiel um Protagonisten herum, durch das Publikum oder bei musikalischen Auftritten.

Die Steadicam strahlt hierbei die größte Dynamik im Bild aus. Pumpenstative sind deutlich träger und haben einen weniger ausgeprägten Effekt der schwebenden Kamera. Kräne kommen hauptsächlich bei Fahrten durch die Luft und weniger am Boden zum Einsatz. Zudem sind sie nur bei sehr aufwändigen Produktionen verfügbar. Zum Standard gehört aber auch die Steadicam im Fernsehstudio nicht.

Die Steadicam hat wohl den größten Anteil bei der Produktion von Aufnahmen mit schwebender Kamera.

3.2 Schwebestative

Unter dem Kapitel der Schwebestative werden alle Kamerastabilisierungssysteme zusammengefasst, die nicht dem klassischen Aufbau der Steadicam mit Arm und Weste folgen, sondern erst durch die immer kleiner werdenden Videokameras möglich wurden. Es wird kein einheitlicher Begriff für diese Systeme genutzt, man findet Systeme unter dem Namen Schwebestativ, Schwebi, Schwebesystem oder Hand Held Stabilizer.

Da diese Systeme nur mit kleineren und vor allem leichteren Kameras funktionieren, begann die Entwicklung solcher Geräte erst nach der Steadicam.

1987 versuchte Garrett Brown, Erfinder der originalen Steadicam, mit einem der neuen, kleinen JVC Camcorder Aufnahmen während des Gehens zu machen. Diese fielen mehr als wackelig aus. Und so starrte er auf seinen Camcorder, und überlegte, wie man eine "miniatur" Steadicam speziell für Camcorder entwickeln könnte. Er fragte sich, welche Bauteile der originalen Steadicam weggelassen werden können und welche unverzichtbar sind. Seine Prämissen waren: Günstig. Klein. Leicht. Einfach zu benutzen. (vgl. [Brown 2008](#))

Aufgrund der hohen Kosten für den Arm und der Weste des bestehenden Systems, verzichtete er darauf und so überlegte er, ob das System mit dem kleinen Camcorder nicht nur mit der Hand gestützt werden könnte. Da es damals noch keine Camcorder mit integriertem LCD-Monitor gab, musste er auch überlegen, wie er diesen extra in das System einbaut.

Fest stand, dass das neue System auch auf dem zweiseitigen Hebel, mit einer freibeweglichen Aufhängung am Punkt der Balance und des ausgeglichenen Trägheitsmoments von Kamera und Gegengewicht, basieren sollte.

Der JVC Camcorder wog damals 2,3 kg. So musste er versuchen, die Aufhängung möglichst direkt unterhalb der Kamera zu platzieren, damit ein möglichst geringes

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

Ausgleichsgewicht reichen würde. Dabei musste der Griff senkrecht unter der Aufhängung ansetzen, damit das Gewicht der Kamera direkt auf der Hand liegt. Zunächst hatte sein Prototyp zwei separate Gewichte unterhalb der Kamera. Die wurden aber schnell durch ein einzelnes, noch heute übliches, Gewicht ersetzt. Glücklicherweise konnte er einen damals neuartigen LCD-Monitor aus Japan finden, der dann als Kontrollmonitor diente. Auf einem Steadicam Workshop, der im Frühling 1988 in Maine durchgeführt wurde, probierte Brown dann seinen Prototyp aus und dokumentierte damit den gesamten Workshop (Abb. 3.6). (vgl. [Brown 2008](#))



Abbildung 3.6: Brown mit seinem Prototyp auf einem Steadicam Workshop - <http://www.garrettcam.com/articlesMerlinJr.php>

Danach zeigte sich Cinema Products, damaliger Lizenzinhaber für die Steadicam, interessiert an der neuen Erfindung von Garrett Brown. Die Firma wollte das neue Schwebestativ bauen, allerdings aus Kunststoffteilen, da diese schnell und kostengünstig in großen Stückzahlen hergestellt werden konnten. Man sah großes Potenzial im Consumer Camcorder Markt zur damaligen Zeit. Brown argumentierte, das Schwebestativ wie seinem Prototypen aus Aluminium und Stahl herzustellen, um es möglichst stabil und elegant wirken zu lassen. Er wurde letztendlich jedoch überstimmt und die “Steadicam JR” kam 1990 auf den Markt und wurde zehntausendfach verkauft (Abb. 3.7). (vgl. [Brown 2008](#))

Brown sicherte sich das Patent auf diese Art Schwebestative und nutzte die “Steadicam JR” auch selbst gerne. Erst 2003 konnte er mit seinem neuen Lizenzpartner Tiffen sein immer gewünschtes Modell aus Metall, die “Steadicam Merlin”, bauen lassen. (vgl. [Brown 2008](#))

Aber auch andere Entwicklungen von Schwebestativen für kleinere Camcorder,



Abbildung 3.7: “Steadicam JR” Schwebestativ von Garrett Brown - <http://www.garrettcam.com/articlesMerlinJr.php>

DSLRs oder auch Smartphones, GoPro's und weitere kleine Kameras werden seitdem immer wieder veröffentlicht. Durch das immer gleiche, simple physikalische Grundprinzip und die immer kleiner werdenden Kameras fühlen sich auch Bastler motiviert, selbst an Eigenentwicklungen zu arbeiten (vgl. Jovy 2013:136). Viele davon verschwinden aber schnell wieder.

Gerade durch die potente Videofunktion der neueren DSLRs haben die Schwebestative wieder an Bedeutung gewonnen. So lassen sich tatsächlich mittlerweile durchaus professionelle und konkurrierende Aufnahmen mit dem kleinen Bruder der Steadicam drehen. Zu Zeiten von Browns erstem Prototyp konnte man sich eine derartige Bildqualität bei so einer kompakten Bauweise noch nicht vorstellen. Zudem haben moderne Kameras und DSLRs heutzutage immer einen eingebauten Kontrollmonitor (teilweise sogar dreh- und schwenkbar) und machen somit die Konstruktion und die Nutzung der Schwebestative noch einfacher.

3.2.1 Aufbau und Funktionsweise

Wie schon erwähnt, basiert auch das Schwebestativ auf dem zweiseitigen Hebel, der eine Stabilisierung im Raum möglich macht. Allerdings wird das Gegengewicht der Kamera, anders als bei der Steadicam, durch extra gefertigte Gewichte an der unteren Seite des Hebels realisiert (Abb. 3.8). Diese Gegengewichte müssen an das Gewicht der Kamera angepasst werden. Durch den längeren unteren Hebel muss das Gewicht nicht exakt dem Gewicht der montierten Kamera entsprechen, sondern ist um einen Faktor geringer. Allerdings muss das Verhältnis stimmen.

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

Ist das Gewicht zu schwer, dann fängt der untere Hebel bei Bewegung an zu pendeln und die Stabilisierung der Kamera funktioniert nicht. Vor allem bei schnellem Beschleunigen oder starkem Abbremsen des Systems tritt dieser Effekt auf, wenn das System nicht korrekt ausgewogen ist. Ist das Gewicht zu leicht, kippt die Kamera über die frei gelagerte Aufhängung und das System wird unbrauchbar (Abb. 3.8). Wenn ein anderes Objektiv oder Zubehör, wie beispielsweise ein Mikrofon, angebracht wird, muss das jeweilige Gegengewicht erhöht und neu austariert werden (vgl. Petrasch; Zinke 2003: 124).

Für die Schwebestative wird ein Kameragewicht angegeben, das maximal mit den Gegengewichten ausgeglichen werden kann. Schwerere Kameras oder Zubehör, das das Gesamtgewicht erhöht, können mit diesem System dann nicht betrieben werden. Auch ist die Aufhängung nur für das angegebene Maximalgewicht ausgelegt (vgl. Tiffen 2015).



Abbildung 3.8: Als Beispiel: Aktuelles “Steadicam Merlin 2” Schwebestativ von Tiffen - vgl. <http://tiffen.com/steadicam/steadicam-hand-held-stabilizers/steadicam-hand-held-merlin2>

Die für die Steadicam notwendige kardanische Aufhängung wird bei den Schwebestativen meistens in vereinfachter Version realisiert. Günstigere Systeme haben beispielsweise eine, am Ende des Handgriffs angebaute, Metallkugel, die in einer PTFE-Kunststofffassung (Polytetrafluorethylen, umgangssprachlich Teflon) gelagert ist. Diese Verbindung ist relativ kostengünstig zu realisieren und durch die Verwen-

derung verschiedener Materialien soll die Haftreibung minimiert werden. Dafür eignen sich PTFE-Kunststoff und Edelstahl gut. Aufwändigere Systeme, wie auch das “Steadicam Merlin 2”, verwenden eine kugelgelagerte Aufhängung. Größere Systeme, wie die handgeführten Schwebestative von Glidecam, haben eine vollwertige kardanische Aufhängung. Dadurch wandert der Handgriff aber aus der Gewichtssachse hinaus und belastet das Handgelenk stärker.

Für das korrekte Auswiegen des Systems (gerade mit den schweren DSLR Objektiven) ist die Stativplatte verschiebbar, dadurch lässt sich der Schwerpunkt zentrieren. Das Gegengewicht kann auch auf der Halterung nach vorne und nach hinten verschoben werden, damit die Kamera genau auf den Horizont zeigt, oder eben in die gewünschte Richtung nach oben oder unten. Für die vertikale Ausrichtung, wenn zum Beispiel ein ausgeklappter Kontrollmonitor den Schwerpunkt der Kamera in eine Richtung verschiebt, kann das Gewicht auch nach rechts und links verlagert werden.

Ein Schwenken der Kamera oder das Filmen durch eine Kurve ist mit einem Schwebestativ etwas schwieriger, da eine Einflussnahme mit der Hand leicht zu Erschütterungen führen kann (vgl. Petrasch; Zinke 2003: 125). Man hat nur die Möglichkeit eine leichte Korrektur der Kamera mit einem Finger der führenden Hand an der Stativplatte durchzuführen. Die Steadicam ist in dem Bereich deutlich unempfindlicher. Daher ist auch beim Schwebestativ ein gewisses Training notwendig (vgl. Petrasch; Zinke 2003: 125). Erst mit Erfahrung lässt sich die Kamera gekonnt und mit minimalen Erschütterungen kontrollieren und es entstehen ansehnliche Aufnahmen. Zumal sich die verschiedenen Modelle sehr unterschiedlich bedienen lassen und man sich an das jeweilige System oder auch die Kombination aus System und Kamera gewöhnen muss. Darüber hinaus ist das Vorhandensein von Armmuskulatur für einen längeren Einsatz eines Schwebestativs erforderlich (vgl. Petrasch; Zinke 2003: 125).

3.2.2 Vor- und Nachteile

- + Die relativ simple Bauweise macht dieses Kamerastabilisierungssystem günstig in der Anschaffung und es ist schnell einsatzbereit.
- + Auch dieses System funktioniert nur durch Gravitation und Mechanik. Es wird keine weitere Stromquelle benötigt.
- + Gegenüber der Steadicam ist das kleinere und leichtere Schwebestativ einfacher zu meistern.
- + Das Schwebestativ ist flexibler einzusetzen, da es nicht an einem Arm mit Körperweste gebunden ist.

- - Durch das Halten in einer Hand ist das Gewicht der Kamera sehr beschränkt und das System funktioniert beispielsweise nicht mit professionellen Fernsehkameras oder Filmkameras, da meist das Maximalgewicht überschritten wird.
- - Das Schwebestativ reagiert empfindlicher auf äußere Einflüsse, da das Gesamtgewicht geringer als bei der Steadycam ist und eine Stabilisierung durch einen Federarm fehlt.
- - Durch das Fehlen des Federarms ist dieses System nicht in der Höhe stabilisiert, sondern nur die 3 Raumachsen.
- - Kurvengänge und Schwenks sind schwierig durchzuführen.

3.2.3 Anwendungsbereiche

Das Schwebestativ wird vor allem im semiprofessionellen und Amateurbereich verwendet (vgl. Biebeler 2006: 64). Überall dort, wo eine Steadycam zu teuer und aufwändig ist, und kleinere Kameras bei der Produktion ausreichend sind, kann ein Schwebestativ eine gute Alternative sein. Aber auch Hobbyfilmer, die den Effekt einer Steadycam, also die "Schwebende Kamera", einsetzen wollen, greifen gerne zu diesem System. Durch die immer weiter fortschreitende Verbesserung der Videoqualität von kleinen Kameras, kann das Schwebestativ auch in immer anspruchsvolleren Einsatzgebieten benutzt werden. Das Aufkommen der Videofunktion bei DSLRs, und dem damit möglichen kompakten Filmen mit Vollformat-Bildsensoren, unterstützt diese Entwicklung zusätzlich.

Beim Fernsehen ist dennoch die Steadycam im Einsatz, da die Kameras zu groß für Schwebestative sind und keine Abstriche in der Bedienung akzeptiert werden. Vor allem die Einschränkungen bei Schwenks, Neigungen und Kurvengängen begrenzt die Anwendung im professionellen Bereich. Das Gleiche gilt auch für hochwertige Kinofilme. Die Qualität der Schwebestative reicht nicht an die der Steadycam heran (vgl. Biebeler 2006: 65).

Die Schwebestative werden im Grunde bei den gleichen Einstellungen und Einsatzbereichen wie die Steadycam eingesetzt. Sie sollen die Steadycam kostengünstig ersetzen. Dementsprechend wird es auch bei den Schwebestativen problematisch bei der Befestigung an fahrenden Objekten oder windigen Drehorten.

3.3 Kreiselstabilisierungssysteme (Cineflex)

Kreiselstabilisierungssysteme basieren auf einer schon älteren Erfindung. Die physikalische Grundlage wird schon lange in anderen Bereichen mit Hilfe von Gyroskopen (Kreiselinstrumenten) genutzt.

Allerdings ist diese Art der Stabilisierung, zumindest im Einsatzbereich der Steadycam oder der Schwebestative, ein Außenseiter. Bei der "schwebenden Kamera" in der Luft ist das Prinzip am häufigsten anzutreffen. Dort ist es weiterentwickelt worden und wird im sogenannten Cineflex-System eingesetzt.

Dieses System wurde ursprünglich vom US-Geheimdienst zu Spionagezwecken entwickelt. Kurioserweise unterliegt es auch heute noch in Ländern wie China oder Kuba dem Waffengesetz und darf dort nicht verwendet werden (vgl. Manz 2014). Mitte der 2000er ist das System dann für zivile Kameraaufnahmen eingesetzt worden und es entstanden Dokumentationen wie "Planet Erde" von der BBC oder diverse andere "Landschaft von oben" Produktionen, die ausschließlich mit dem Cineflex-System gedreht wurden. Diese stabilisierten Helikopteraufnahmen sind völlig neuartig gewesen und in dieser Qualität vorher noch nicht produziert worden. Das System richtet sich kreiselstabilisiert automatisch am Horizont aus und bietet wackelfreie Bilder auch bei großen Brennweiten (>800mm) (vgl. Manz 2014). Mit dem Cineflex-System sind damit Details wackelfrei aus einem Helikopter erkennbar, die mit bloßen Auge nicht mehr wahrgenommen werden können (vgl. Manz 2014).

Der Einsatz des Cineflex-Systems ist allerdings enorm teuer. So wird für einen Drehtag inklusive Helikopter, Kamera, Operator und eine Stunde Flug ein mittlerer vierstelliger Betrag fällig (vgl. Manz 2014).

Das System wird von General Dynamics vertrieben, einem us-amerikanischen Unternehmen, das neben der Cineflex auch weiterhin für das Militär Produkte anbietet (vgl. GD-Imaging 2015). Heute gibt es zwei verschiedene Modelle, die jeweils vorkonfiguriert mit bestimmten Kameramodellen ausgeliefert werden. Die Cineflex ULTRA mit RED, Arri und Sony Kameras (Abb. 3.9) und die Cineflex ELITE kann mittlerweile sogar die Arri Alexa aufnehmen und ist dafür besonders für die Kinoproduktion interessant (vgl. Cineflex.com 2015).

Das Cineflex-System ist hauptsächlich ein Kamerastabilisierungssystem für Aufnahmen aus der Luft. Es gibt allerdings auch eine Möglichkeit, das System an Autos oder Boote zu montieren (vgl. Cineflex.com 2015).



Abbildung 3.9: Cineflex ULTRA - <http://www.film-tv-video.de/newsdetail+M5cace64182f.html>

3.3.1 Aufbau und Funktionsweise

Das Gyroskop wurde 1852 von Johann Gottlieb Friedrich von Bohnenberger an der Universität Tübingen erfunden. Es beschreibt ein System, das aus einem symmetrischen rotierenden Kreisel besteht, der sich in einem beweglichen Lager dreht. Je schneller der Kreisel nun dreht, desto höher ist sein Beharrungsvermögen gegenüber Lageänderungen im Raum. (vgl. [Wikipedia - Kreiselinstrument 2015](#))

Rotierende Körper haben das Bestreben, in ihrer einmal angestoßenen Drehrichtung zu verbleiben. Die Rotationsachse ist also bestrebt, ihre Lage im Raum zu behalten. Wird das Gyroskop in die Richtungen A gekippt, so reagiert das System identisch zu einem ruhendem Körper mit identischer Masse (Abb. 3.10). Versucht man das System aber in die Richtungen B zu kippen, und damit die Rotationsachse zu kippen, so wirkt eine Gegenkraft auf diese Bewegung (Abb. 3.10).

Dieser gyroskopische Effekt sorgt auch dafür, einen gewöhnlichen Spiel- bzw. Tischkreisel zu stabilisieren und ihn am Umkippen zu hindern. Wird der Kreisel nun langsamer, reicht die Kraft nicht mehr aus, und der Kreisel kippt um.

Das Gyroskop wird seit dem hauptsächlich eingesetzt, um Richtungsänderungen zu messen und dient der Navigation in der Schiff-, Luft- und Raumfahrt. Im Cockpit eines Flugzeugs befinden sich in aller Regel mehrere Kreiselinstrumente (vgl. [Wikipedia - Kreiselinstrument 2015](#)). So ist der "künstliche Horizont" mit einem Horizontkreisel ausgestattet, der in Folge seiner Achsenstabilität diese Linie in der Horizontalen hält (vgl. [Wikipedia - Kreiselinstrument 2015](#)).

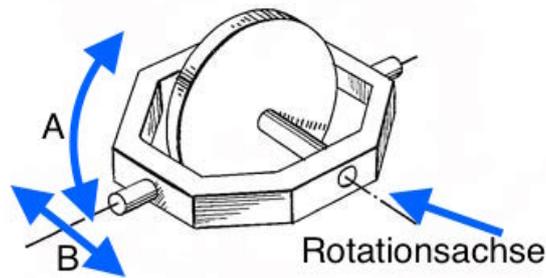


Abbildung 3.10: Gyroskop mit schwenkbar gelagertem Kreisellager - vgl. <http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-kreisellagerstabilisierung-physikalische-grundlagen-136562>

Im April 1950 meldete dann Theodor W. Kenyon einen "stabilizer for sighting devices" (Stabilisator für Visiereinrichtungen) zum Patent an und benannte ihn Kenyon-Stabilisator. Dieser Stabilisator sieht aus wie ein längliches, schwarzes Ei und besteht im Grunde aus zwei in je einer Ebene schwenkbaren Gyroskopen (Abb. 3.11) (vgl. Luszkat 2013). Die Kreisellager werden nun gegenläufig durch im Kreisellagerkörper befindliche elektrische Rotoren auf etwa 22000 Umdrehungen pro Minute beschleunigt. Dieser Vorgang dauert etwa 10 Minuten. (vgl. Luszkat 2013) Der Aufbau ist bis heute weitgehend identisch geblieben.

Wird der Stabilisator nun parallel zur stabilisierenden Achse an ein Objekt angebaut, ist die jeweilige Achse im Raum stabilisiert. Mit mehreren Kenyon-Stabilisatoren können so mehrere Achsen, je nach Einsatzzweck, stabilisiert werden.

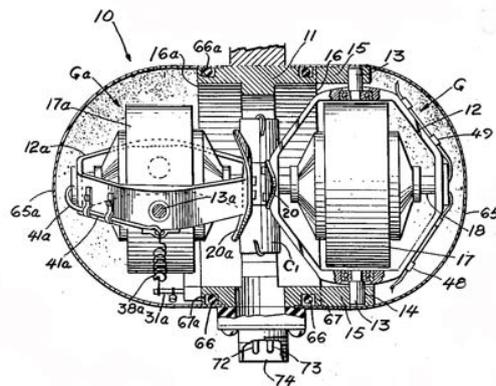


Abbildung 3.11: Zeichnung aus der Patentanmeldung von Kenyon - <http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-kreisellagerstabilisierung-der-kenyon-kreisellager-136651>

Zunächst wurde Kenyons Erfindung vor allem für Ferngläser oder Kameras zur Aufklärung und Luftbildfotografie im Flugzeug verwendet (vgl. [Lusznat 2013](#)). Jost Vaccano, Kameramann der deutschen Produktion von "Das Boot", brachte den Kenyon-Stabilisator dann 1981 ins Kino.

Er montierte unterhalb seiner Kamera zwei Kenyon-Stabilisatoren, jeweils einen horizontal und einen vertikal. Damit konnte er dann die berühmten Kamerafahrten durch das U-Boot im laufen drehen und durch die engen Türöffnungen im Inneren des Bootes springen (vgl. [Lusznat 2013](#)). Dies wäre mit einer Steadycam nicht möglich gewesen. Allerdings ist die Stabilisierung auch nicht so erstklassig, wie bei einer Steadycam.

Das Cineflex-System hat dann diese Technik genutzt und diese, inklusive Kamera, in ein relativ kleines Gehäuse verbaut, das unter einem Helikopter montiert werden kann. Für das Cineflex-System werden nun an fünf Achsen mehrere Gyroskope für das Stabilisieren eingesetzt. Das System ist insgesamt vom Gehäuse entkoppelt und kann Neigungen bis 45° ausgleichen und sich dem Horizont angleichen (vgl. [Manz 2014](#)). Mittels einer Fernbedienung kann der Operator im Helikopter dann weiche Schwenks ausführen und an ein bestimmtes Motiv heranzoomen. Das System fokussiert dann diesen Bildausschnitt unabhängig von der Flugrichtung oder den Erschütterungen des Helikopters.

3.3.2 Vor- und Nachteile

- + Das Cineflex-System ist derart optimiert, dass ungewollte Erschütterungen nahezu ausgeschlossen sind. Das System stabilisiert sich eigenständig, ist also nicht vom Menschen abhängig.
- + Zudem kann es an fliegende oder fahrende Objekte montiert werden und Fahrtwind oder windige Wetterverhältnisse stellen kein Hindernis dar.
- + Die Bewegung der Kamera kann beim Cineflex-System präzise per Fernbedienung gesteuert werden.
- + Ein Auswiegen des Systems entfällt, das System stabilisiert sich von selbst. Das Kenyon-System braucht allerdings 10 Minuten, um betriebsbereit zu sein.
- - Das Cineflex-System ist relativ schwer und kann daher nicht in der Hand benutzt werden.
- - Die Gyroskope sind bei den hohen Drehzahlen relativ laut und erschweren eine gleichzeitige Tonaufnahme.

- - Der Kenyon-Stabilisator schafft bei intensiveren Bewegungen, die über einen ruhigen Schwenk hinaus gehen, keine Stabilisierung wie Steadicam, Schwebestativ oder Cineflex. Wenn man sich beispielsweise die Kamerafahrten aus “Das Boot” anschaut, kann man kleine Ruckler und ein unstabileres Bild beobachten. Die Geschwindigkeit der Schwenks ist zudem beschränkt, da bei einem heftigen Auslenken der Kreisel, diese am maximalen Auslenkzustand ein Rucken des Systems verursachen.
- - Kreiselstabilisierungssysteme brauchen eine recht potente externe Stromversorgung, der Kenyon-Stabilisator kann sogar heute noch nur mit der Bordspannung von Flugzeugen betrieben werden (115V/400Hz), da der Ursprung der Technik in diesem Bereich lag (vgl. [Lusznat 2013](#)).
- - Der Kenyon-Stabilisator ist empfindlich gegen Stöße und Schläge. Die Kreisel können leicht beschädigt werden, eine kleine Unwucht führt zu übermäßigem Verschleiß der Lager.

3.3.3 Anwendungsbereiche

Kreiselstabilisierungssysteme sind heutzutage im professionellen Bereich eigentlich nur in Form des Cineflex-Systems anzutreffen. Der Vorläufer, der Kenyon-Stabilisator, wird nicht mehr häufig eingesetzt, da andere Systeme bessere Ergebnisse erzielen. Teilweise wird er als Ergänzung zur Steadicam benutzt, um diese ein wenig zu unterstützen und windresistenter zu machen (Abb. 3.12).



Abbildung 3.12: Zwei Kenyon-Stabilisatoren am Steadicam-Rig - <http://www.keramann.de/allgemein/steadicam-co-kreiselstabilisierung-der-kenyon-kreisel-136651>

Das Cineflex-System wird fast ausschließlich für die Produktion von Luftaufnahmen mit dem Effekt der “schwebenden Kamera” am Helikopter eingesetzt. Ein Wackeln

3 Bestehende Kamerastabilisierungssysteme

oder der eher unsaubere Ansatz der Handkamera sind bei hohen Brennweiten aus der Vogelperspektive und Landschaftsaufnahmen eher nicht erwünscht. Ein Einsatz an Drohnen ist aufgrund des Gewichts nicht möglich. Häufig werden die Aufnahmen für Dokumentationen oder Sportveranstaltungen verwendet, es wurden aber auch schon Aufnahmen für Kinofilme wie “Harry Potter”, “Transformers” oder “District Nine” gedreht (vgl. [WDR 2014](#)).

Im semiprofessionellen und Amateurbereich ist das Cineflex-System aufgrund der hohen Kosten nicht vertreten.

4 Gimbal-System

Das Gimbal-System ist eine relativ neue Entwicklung im Bereich der Kamerastabilisierungssysteme. Es hat seine Wurzeln im Modellbau bzw. bei dem Einsatz an Drohnen. Mit dem Aufkommen der Drohnen wurde versucht, mittels dieser eine Kamera zu transportieren. Sei es um Fotos oder Videos zu produzieren oder einfach den Flug der Drohne vom Boden aus zu überwachen. Leider übertrugen sich die Ruckler und Bewegungen der Drohne komplett auf die Kamera, da zwangsläufig Kameras mit geringer Masse benutzt wurden und diese direkt mit der Drohne verbunden sind.

Ein Stabilisieren auf Basis bekannter Methoden, wie Steadycam, Schwebestativ oder Cineflex, war aufgrund der Bauweise und Montage der Kamera an einer Drohne nicht möglich. Zudem sollte die Kamera nach Möglichkeit auch ferngesteuert den Bildausschnitt verändern können.

So entstanden zunächst von Bastlern gebaute Versionen von Gimbal-Systemen mit Servos (Elektromotoren mit Getriebe und Steuerungseinheit), die für jede Achse separat die unerwünschten Bewegungen mit einer Gegenbewegung des jeweiligen Servos ausgleichen sollten. Zusätzlich angebrachte Lagesensoren und Prozessoren sollten die Bewegungen erkennen und dann blitzschnell die nötigen Gegenbewegungen der Servos berechnen und steuern (diese Technologie war schon für die Steuerung der Hobbydrohnen entwickelt und konnte teilweise mitbenutzt werden). Der Name "Gimbal" (Englisch für kardanische Aufhängung) entstand aus dem Umstand, dass die Kamera durch die freie Beweglichkeit auf allen drei Achsen kardanisch aufgehängt ist. Der Name ist daher eigentlich etwas ungenau, da im Grunde jedes System mit einer kardanischen Aufhängung (Gimbal) auch als Gimbal-System bezeichnet werden kann.

Mit diesen Versionen konnten dann erste Erfolge in der Stabilisierung der Kameras an Drohnen erzielt werden. Allerdings waren diese Entwicklungen noch weit von der schwebenden Kamera entfernt. Die Servos wurden zwar schnell angesteuert, konnten aber die Bewegungen nicht verzögerungsfrei ausführen. Zudem waren die Servos für den Modellbau etwas ruckelig in der Ansteuerung und es fehlte der Feinschliff. Sanfte Schwenks sind damit schwer möglich gewesen.

Erst der Einsatz von sogenannten bürstenlosen Elektromotoren konnte deutliche Fortschritte in der Stabilisierung herbeiführen. Diese Art Elektromotor lässt sich besonders genau und stufenlos ansteuern und wird deshalb zum Beispiel auch in Fest-

4 Gimbal-System

platten und Laufwerken verwendet. Die genaue Funktion dieser Art Motoren ist im nächsten Kapitel erklärt. Die Servos wurden ersetzt und so konnten die Gegenbewegungen präziser und schneller ausgeführt werden.

Perfektioniert wurde diese Technik jedoch erst durch die Produktion von Komplettsystemen durch die Industrie. Diese führte die bis dato einzeln verkauften und kombinierten Bauteile zusammen und optimierte das Zusammenspiel.

Durch diese Gimbal-Systeme konnten die Aufnahmen mit der Drohne soweit aufgewertet werden, dass sie den Weg in das Fernsehen fanden und hier kostengünstige Luftaufnahmen möglich machten.

Da das System an Drohnen so gut funktionierte, versuchte man nun das System einfach abzubauen und auf dem Boden in der Hand zu nutzen. Durch die ähnlichen Anforderungen an das System konnten auch hier gute Ergebnisse erzielt werden. Allerdings war das System noch beschränkt in der Nutzung hochwertigerer, größerer Kameras.

Dies änderte sich erst 2013 auf der “National Association of Broadcasters Trade Show” als das Unternehmen Freefly Systems das Gimbal-System “Freefly MoVi” vorstellte (vgl. [McDougal 2015](#)). Das MoVi war ein Komplettpaket speziell für die Nutzung in der Hand, konnte sogar von einem zweiten Kameramann für Schwenks ferngesteuert werden und zielte auf den Markt der Steadicam ab (Abb. 4.1). Zudem konnten auch größere Kameras genutzt werden und das Gimbal-System als Kamera-stabilisierungssystem hatte die Marktreife erreicht.

Durch diese Vorstellung war das Gimbal-System endgültig von den Drohnen losgelöst und kurz darauf folgten dutzende weitere Firmen Freefly Systems in diesen neuen Markt mit ihrer eigenen Version des MoVi (vgl. [Marine 2013](#)).



Abbildung 4.1: Freefly MoVi mit Fernbedienung - (vgl. [McDougal 2015](#))

Die Internetplattform slashCAM.de zählt inzwischen 25 Konkurrenzmodelle (Stand März 2015). Aber auch für Smartphones und Action-Cams (GoPro und co) erscheinen seit dem regelmäßig neue Modelle, die in ihrer Nutzung und im Komfort immer weiter optimiert werden. Heute gibt es sowohl im Amateur- als auch im semiprofessionellem- bzw. professionellem Bereich marktreife Geräte, die den Status des Prototyps der ersten Entwicklungen hinter sich gelassen haben.

Freefly Systems hat heute fünf verschiedene Versionen des MoVi im Angebot. Drei Versionen für jeweils unterschiedliche Kameragrößen bzw. unterschiedliches Gewicht. Eine Version für die Montage an einer Drohne und eine Version, die an eine Art ferngesteuertes Auto angebracht ist. (vgl. freeflysystems.com 2015)

4.1 Aufbau und Funktionsweise

Das Gimbal-System besteht aus mehreren elementaren Teilen. Zunächst muss die Kamera eine Aufnahme (Stativplatte, Klemmvorrichtung etc.) haben. Dann muss diese Aufnahme an einer kardanischen Aufhängung angebracht werden. Die einzelnen Aufhängungen für die Raumachsen a (Tilt (Schwenk hoch-runter)), b (Roll (Neigung links-rechts)) und c (Pan (Schwenk links-rechts)) werden hier aber durch Elektromotoren ersetzt oder durch Servos unterstützt (hierfür ist natürlich eine separate Stromversorgung mit Akkus notwendig) (Abb. 4.2). Dadurch erreicht man zunächst einmal eine steuerbare kardanische Aufhängung. Solch einen Aufbau findet man im Grunde auch an einem Kamerakran, wo die Kamera über Elektromotoren durch den Kranoperator in alle Richtungen ferngesteuert wird. Anmerkung: Einige Einsteigermodelle werden nur als 2-Achsen Gimbal angeboten. Diese verzichten auf die Stabilisierung der Pan-Achse (c) und sind damit streng genommen dem Namen nach gar keine Gimbals, da die kardanische Aufhängung nicht vollständig ist.

Das nächste elementare Teil ist eine sogenannte IMU (inertial measurement unit). Durch das Hinzufügen der IMU, kann nun die Lage und Beschleunigung der Kamera im Raum in Echtzeit gemessen werden. Die IMU besteht aus Gyroskopen und Accelerometern, wie sie heutzutage auch in Smartphones verbaut sind (vgl. drohnen.de 2015). Beide gehören zu den Inertialsensoren, also Messgeräten für Beschleunigung und Drehraten (vgl. Wikipedia - Inertialsensor 2015). Kombiniert man diese an 6 Achsen in einer IMU (jeweils 3 Gyroskope für die drei Raumachsen und nochmals 3 Accelerometer für diese Achsen) kann man die Bewegung des Sensors, und damit der Kamera, komplett abbilden.

Die verwendeten Gyroskope darf man allerdings nicht mit denen aus Kapitel 3.3 verwechseln. Die Lageänderung wird hier nicht mehr durch einen beweglichen Kreisel analysiert, sondern durch modernere Techniken, die keine beweglichen Teile erfor-

4 Gimbal-System

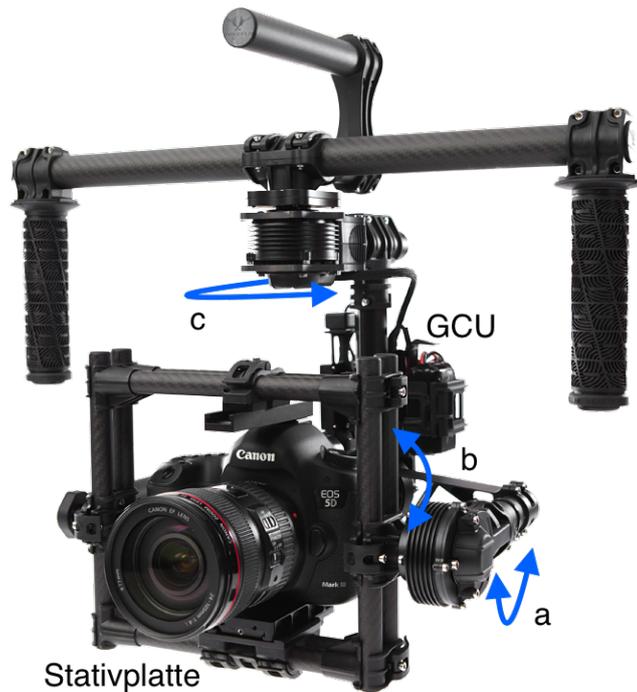


Abbildung 4.2: Gimbal-System mit Raumachsen a, b, c - (vgl. freeflysystems.com 2015)

dern. Es „kommt eine kapazitive Detektierungstechnik zum Einsatz, bei der sich der Kapazitätswert eines oder mehrerer Kondensatoren unter dem Einfluss äußerer mechanischer Einwirkungen ändert“ (Meriheinä 2012). Dadurch passt das Gyroskop auf einen Mikrochip.

Doch diese Sensoren müssen nun noch ausgewertet werden, damit das Gimbal-System sein potenzial entfaltet. Die richtige Programmierung ist also ein weiteres elementares Teil des Systems. Dafür wird nun eine sogenannte GCU (gimbal control unit) in das System integriert (Abb. 4.3 und 4.2). Hier werden, durch die richtige Programmierung mit Hilfe von Prozessoren, die Daten der IMU ausgewertet und die Steuersignale für die Elektromotoren generiert. (vgl. drohnen.de 2015)

Das passiert mittlerweile so schnell, dass keine Verzögerungen mehr erkennbar sind und die Gegenbewegungen der Elektromotoren die Erschütterungen komplett ausgleichen (vgl. drohnen.de 2015). Dies zu erreichen war ein wichtiger Schritt für die einwandfreie Funktion des Gimbal-Systems.

Um auch das Ansprechverhalten der Elektromotoren bzw. der Servos zu optimieren, werden bürstenlose Elektromotoren verwendet (im Englischen Brushless Gimbal). Ein klassischer Elektromotor ist mit Rotor, Stator und Kommutator ausgestattet (Abb. 4.4). Der Rotor ist der bewegliche Teil des Motors und ist mit Spulen ausgestattet, die ein wechselndes Magnetfeld erzeugen. Der Stator ist der unbewegliche Teil des

4 Gimbal-System



Abbildung 4.3: Gimbal Control Unit (GCU) - (vgl. drohnen.de 2015)

Motors und besteht meist aus einem Dauermagnet, der ein permanentes Magnetfeld erzeugt. Der Kommutator dient mit Hilfe von Kohlebürsten der Umpolung der Spulen im Elektromotor.

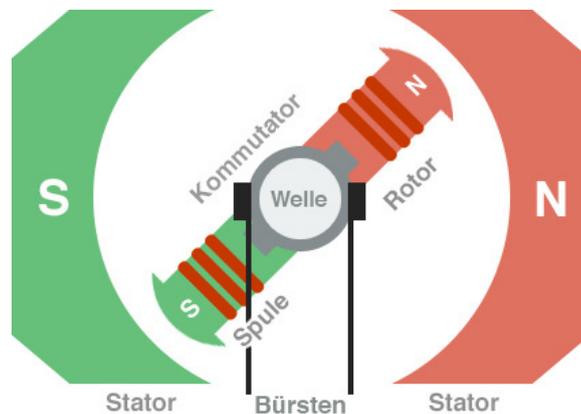


Abbildung 4.4: Aufbau eines klassischen Elektromotors - <http://motoren-technik.net/aufbau-elektromotor/>

Beim bürstenlosen Elektromotor entfallen die Bürsten und der Kommutator. Hier besteht der Stator aus mehreren Spulen, die ein genau beeinflussbares Drehfeld erzeugen. Der Rotor benötigt daher keine Stromversorgung und besteht nur aus einem Magnetring (manchmal auch innenliegend), der vom Drehfeld des Stators mitgenommen wird (Abb. 4.5).

Jetzt wird bei einer Erschütterung die Auslenkung über die IMU registriert und an die GCU gemeldet. Die GCU berechnet nun, welche bürstenlosen Motoren an welcher Achse a, b, oder c eine Gegenbewegung ausführen müssen und steuert diese so, dass die Kamera von der Erschütterung nicht beeinflusst wird und ihre Position im Raum behält. Auch hier wird allerdings nur eine Stabilisierung der drei Raumachsen, also

4 Gimbal-System

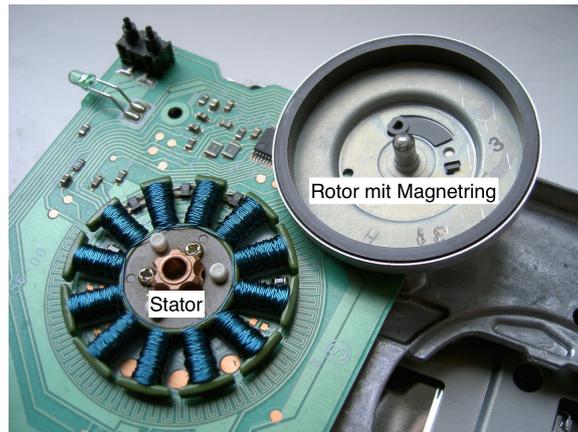


Abbildung 4.5: Aufbau eines bürstenlosen Elektromotors - vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/BürstenloserGleichstrommotor>

Pan, Tilt und Roll, nicht aber der Höhe, erreicht. Außerdem haben die einzelnen Achsen auch einen maximalen Winkel, in dem diese ausgelenkt werden können. Dies wird entweder durch simples Zusammenstoßen der Bauteile begrenzt, oder durch einen festgelegten Endpunkt im Motor, um die, im Gelenk verlaufenden Kabel, zu schützen. Die maximalen Winkel der einzelnen Achsen werden in den technischen Daten des Gimbal-Systems angegeben und können je nach Qualität stark variieren.

Um die Motoren nicht unnötig mit Drehmoment zu belasten, dem kontinuierlich entgegengewirkt werden muss, müssen die Kameras korrekt ausbalanciert sein. Die Kamera sollte möglichst auch schon ohne die Hilfe der Motoren in einem waagerechten Zustand verharren. Dazu kann der Kameraschlitten in alle Richtungen verschoben werden, um den Schwerpunkt der Kamera mittig zu den Motoren auszurichten. Manche Hersteller bieten dazu sogar eine App auf dem Smartphone an, die mit dem Gimbal-System gekoppelt werden kann. Bei kleineren Geräten entfällt dieses Auswiegen, da sich die Motoren automatisch an das geringe Gewicht der kleineren Kameras anpassen.

Einige Gimbal-Systeme nutzen den Fakt der elektrischen Steuerbarkeit der einzelnen Achsen aus und haben zusätzlich die Möglichkeit, die Kamera durch sanfte Bewegungen der bürstenlosen Elektromotoren zu schwenken. Je nach Modell kann dies der Kameramann selbst, direkt am Gimbal über einen Joystick oder Ähnliches steuern, oder es ist eine Fernbedienung vorgesehen, mit der ein weiterer Operator die direkte Steuerung der Kamera durchführt.

Dies funktioniert selbstverständlich auch bei den gleichzeitig stattfindenden Gegenbewegungen der Motoren zum Stabilisieren der Kamera.

Viele Gimbals (auch im Amateurbereich) haben darüber hinaus noch verschiedene

Betriebsmodi. So gibt es einen "Inversion Mode", der die Kamera entgegen der normalen Arbeitsposition entweder über oder unter dem Handgriff positioniert. Damit kann die Kamera knapp über den Boden geführt oder aus höherer Position bedient werden.

Ein weiterer Modus ist der "Pan/Heading Follow Mode". In diesem Modus folgt das Gimbal-System sanft den links und rechts Schwenks des Kameramanns. Die beiden anderen Achsen Tilt (a) und Roll (b) werden fixiert und ändern sich nicht. Die Sensitivität und Geschwindigkeit, in der das Gimbal-System den Bewegungen des Kameramanns folgt, kann meistens vorher einprogrammiert werden.

Beim "Pan/Heading and Tilt/Pitch Follow Mode" folgt das Gimbal-System zusätzlich den hoch und runter Schwenks des Kameramanns. Nur die Roll (b) Achse wird fixiert. Bei einigen Herstellern heißt dieser Modus auch "Majestic Mode" (vgl. [McDougal 2015](#)).

Der letzte Modus "Pan/Heading Lock Mode" oder auch "Stabilized Mode" fixiert dann alle drei Achsen Tilt (a), Roll (b) und Pan (c). Die Kamera schaut damit immer exakt in die gleiche Richtung. Dies ist zum Beispiel hilfreich, wenn das Gimbal an ein Fahrzeug montiert ist, oder der Kameramann eine bestimmte Ausrichtung beim Laufen nicht verlieren will.

4.2 Vor- und Nachteile

- + Das Gimbal-System ist einfacher zu bedienen und es können schneller zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden.
- + Das Auswiegen ist einfacher und verzeiht kleinere Fehler. Im Amateurbereich entfällt das Auswiegen sogar komplett.
- + Das Gimbal-System ist sehr flexibel im Einsatz. Fahrtwind oder windige Wetterverhältnisse stellen kein Hindernis dar; das System kann an Fahrzeuge, Flugzeuge und Drohnen montiert werden. Zudem ist es kleiner und leichter als eine Steadycam, da Gegengewichte komplett entfallen.
- + Professionelle Gimbal-Systeme können ferngesteuert werden und eröffnen so neue Einsatzmöglichkeiten.
- - Das Gimbal-System ist auf eine externe Stromversorgung mit separaten Akkus angewiesen.
- - Zur Zeit ist ab einer bestimmten Größe bzw. Gewicht der Kamera und eventueller Aufbauten Schluss. Die Steadycam kann immer noch größere Kameras

aufnehmen.

- - Auch dieses System ist nicht in der Höhe stabilisiert.
- - Die Technik ist empfindlicher, als bei Steadycam und Schwebestativ. Fällt die Elektronik aus, geht nichts mehr.

4.3 Anwendungsbereiche

Da das Gimbal-System noch relativ neu ist, wird es noch selten als Kamerastabilisierungssystem eingesetzt. Der klassische Einsatzzweck ist immer noch an einer Drohne. Dort ist es sogar konkurrenzlos im Einsatz.

Aufnahmen von Kameradrohnen mit Gimbal-System werden heute schon regelmäßig im Fernsehen benutzt. Für viele Produktionen sind Luftaufnahmen mit dem Helikopter zu teuer, dort wird jetzt sehr gerne auf die neue Möglichkeit zurückgegriffen. Immer mehr Formate, die früher auf Luftaufnahmen gänzlich verzichtet haben, werten so ihre Sendung auf.

Im Amateurbereich ist das Gimbal-System für die Hand gerade im Kommen und wird immer mehr eingesetzt. Die einfache Bedienung und schnell erzielte Ergebnisse unterstützen diesen Trend. Aber auch im semiprofessionellen Bereich arbeiten schon einige Agenturen mit Gimbal-Systemen und drehen damit beispielsweise Immobilienfilme, Recruitingvideos oder Imagefilme (vgl. [Rusch 2015](#)).

Der Schauspieler und Regisseur Zach Braff hat seinen neuen Kinofilm "Wish I Was Here" aus dem Jahre 2014 mit Hilfe eines Gimbal-Systems gedreht (vgl. [Marine 2013](#)). Vereinzelt lassen sich auch professionell gedrehte Kurzfilme im Internet finden, die mit einem Gimbal-System gedreht wurden.

Zukünftig mögliche Anwendungsbereiche werden im Ausblick am Ende der Arbeit genannt.

5 Vergleich

Um die bestehenden Kamerastabilisierungssysteme mit dem Gimbal-System zu vergleichen, müssen zunächst einmal identische Anforderungen an die Systeme gestellt werden. Wenn mehrere Systeme allen Anforderungen einer speziellen Nutzergruppe gerecht werden können, kann man die praktischen Ergebnisse der jeweiligen Systeme gegenüberstellen. Denn darauf kommt es schlussendlich an. Allerdings muss es Ausschlusskriterien innerhalb des Vergleiches geben. Denn was nützt einem beispielsweise eine perfekte Kamerastabilisierung, wenn dieses System dann unbezahlbar für den Anwender ist. Oder es wird eine Bildqualität vorausgesetzt, die mit den nutzbaren Kameras des Systems nicht zu erreichen ist.

Zunächst also die Ausschlusskriterien der jeweiligen Nutzergruppen:

Amateurbereich:

Die Anschaffungskosten dürfen einen gewissen Rahmen nicht überschreiten. Als Richtwert kann man sich gut an die Preise der genutzten Kamera halten. Die Kosten der Kamerastabilisierung sollten die Kosten der genutzten Kamera im Amateurbereich nicht übersteigen.

Semiprofessioneller Bereich:

Die Kamerastabilisierung darf hier ein wenig mehr kosten, da auch hochwertigere Kameras verwendet werden und ein größeres Budget vorhanden ist. Dennoch ist auch hier ein gewisser Rahmen gesetzt.

Professioneller Bereich:

Im professionellen Bereich spielen die Kosten eine untergeordnete Rolle. Hier zählt nur die Qualität der Stabilisierung und der Ergebnisse. Sollte ein System weniger Qualität als seine Konkurrenten erreichen, ist dies ein Ausschlusskriterium.

Auf Basis dieser Ausschlusskriterien lassen sich die möglichen Einsatzbereiche der jeweiligen Kamerastabilisierungssysteme einschränken. Dadurch reduzieren sich bereits die Konkurrenten in den einzelnen Nutzergruppen. Die folgende Tabelle veranschaulicht dies (Tabelle 5.1). Systeme, die ein X bei der entsprechenden Nutzergruppe erhalten haben, kommen durch die Ausschlusskriterien in diesem Bereich nicht in Frage. Das Gimbal-System erhält vorerst auch im professionellen Bereich keinen Ausschluss, da der folgende praktische Test die Qualität der Aufnahmen des Gimbal-

Systems erst untersuchen soll. Als Kreiselstabilisierungssystem wird nur das Cineflex-System aufgeführt und bewertet, da die anderen Arten der Kreiselstabilisierung heute wenig Relevanz und eine geringere Qualität in der Stabilisierung haben.

Einsatz der Systeme			
System	Amateur	Semipro	Pro
Steadycam	X	O	O
Schwebestative	O	O	X
Cineflex	X	X	O
Gimbal-System	O	O	?

Tabelle 5.1: Mögliche Einsatzbereiche der Kamerastabilisierungssysteme

Die Steadycam und das Cineflex-System sind für den Amateurbereich zu kostenintensiv. Das Cineflex-System ist sogar für den semiprofessionellen Bereich noch zu teuer. Das Schwebestativ, das ja sowieso als Alternative der Steadycam für den semiprofessionellen- und Amateurbereich entwickelt wurde, ist nicht für den professionellen Bereich geeignet, da die Stabilisierung nicht an die Steadycam heranreicht. Zudem können die professionellen Kameras nicht montiert werden. Dieses Problem gilt teilweise auch für das Gimbal-System. Aktuelle Fernsehkameras können bisher noch nicht mit einem Gimbal genutzt werden. Allerdings lassen sich beispielsweise beim Freefly MoVi Kameras mit einem Gewicht von bis zu 7kg nutzen. Eine RED Epic ist beispielsweise mit Gimbal-Systemen nutzbar. Aber auch andere kompakte Kinokameras, die auch im professionellem Bereich eingesetzt werden, lassen sich verwenden. Das System wird hier momentan noch weiterentwickelt.

Konkurrenten, und somit in ihrer Nutzergruppe zu vergleichen, sind damit im Amateurbereich das Gimbal-System und die Schwebestative. Im semiprofessionellen Bereich kommt noch die Steadycam hinzu. Im professionellen Bereich konkurriert das Gimbal-System mit der Steadycam. Das Cineflex-System hat einen anderen Anwendungsbereich und steht daher nicht in Konkurrenz mit den anderen Systemen.

Für diesen Vergleich soll der folgende praktische Test eine Unterstützung geben.

5.1 Praktischer Test

Für einen praktischen Test des Gimbal-Systems wurde aus den aktuell angebotenen Gimbals eine Auswahl getroffen (Abb. A.1) und das Gerät wurde über die Universität

beschafft. Um das jeweilige Prinzip der Kamerastabilisierung zu vergleichen, reichte es aus, ein Gimbal-System aus dem Amateurbereich auszuwählen. Dieses System wurde dann einem vorhandenem Schwebestativ aus der gleichen Preisklasse gegenübergestellt. Als Erstes werden die eingesetzten Systeme vorgestellt:

Gimbal-System

Als Gimbal-System wird das “G4 3-Achsen Gimbal” von FeiyuTech verwendet (Abb. 5.1). Dieses System liegt mit 250 Euro im mittleren Preisbereich für Einsteiger-Gimbals. Es bietet allerdings alle wichtigen Betriebsmodi, die in Kapitel 4.1 beschrieben sind und ist durch die Stabilisierung auf allen 3-Achsen ein vollwertiges Gimbal-System mit bürstenlosen Motoren.



Abbildung 5.1: FeiyuTech G4 3-Achsen Gimbal

Das System kann über die Kameraaufhängung alle aktuellen GoPro Modelle aufnehmen. Diese werden über einen mitgelieferten Bügel fest mit dem Gimbal verbunden (Abb. 5.2). Das Gimbal kann aber auch mit größeren Action-Kameras betrieben werden, die nicht in den Bügel passen. Für den praktischen Test wurde eine GoPro Hero 2 inkl. WLAN-Modul mittels eines Kabelbinders am Gimbal angebracht. Dies funktionierte ohne Probleme. Die verwendete Kamera darf allerdings nicht zu schwer sein, da die Motoren bei zu großem Übergewicht nicht mehr korrekt funktionieren und anfangen zu ruckeln.

Vor der Benutzung des Gimbals ist vom Hersteller ein Firmware Update empfohlen worden. Da weiterhin die Programmierung der GCU optimiert wird und neue Funktionen hinzu kommen können, kann man so von der neuesten Firmware profitieren. Dafür musste ein Update-Programm, sowie die aktuelle Firmware von der Homepage des Herstellers heruntergeladen werden. Nach der Herstellung der Verbindung zum Gimbal mittels USB, stellte sich heraus, dass bereits die aktuellste Firmware mit der Versionsnummer 1.13 installiert war (Abb. A.2). Zum Kalibrieren des Gimbals, um die Ausrichtung der Kamera genau horizontal einzustellen, gibt es ein zusätzliches Programm, dass nach erfolgter Verbindung mit dem Gimbal die er-

5 Vergleich



Abbildung 5.2: Kameraaufhängung und Montagebügel des FeiyuTech G4

forderlichen Einstellungsmöglichkeiten bietet. So kann der korrekte Winkel der Roll und Tilt/Pitch Achse genau eingestellt werden (Abb. A.3). Zusätzlich bietet das Programm die Funktion, die Geschwindigkeit einzustellen, mit der das Gimbal den Bewegungen des Kameramanns folgt, soweit dies als Betriebsmodus ausgewählt ist. Hier gibt es die Einstellungen “SLOW”, “NORMAL” und “FAST”. Im praktischen Test hat sich die Einstellung “FAST” bewährt.

Für das FeiyuTech G4 gibt es zusätzlich eine kabelgebundene Fernbedienung, mit der sich diese Einstellungen ohne PC durchführen lassen (Abb. 5.3). Darüber hinaus kann man den Betriebsmodus ferngesteuert ändern und die Tilt und Pan Achse justieren. Dies funktioniert bei diesem Einsteiger-Gimbal allerdings nicht sanft genug, um es während der Aufnahme zu nutzen. Zwischen einzelnen Aufnahmen kann man aber so, schnell und ferngesteuert, den Bildausschnitt manipulieren. Die Tilt Achse lässt sich auch ohne Fernbedienung verändern. Dazu muss die Kamera einfach per Hand nach oben oder unten geschwenkt werden und für eine halbe Sekunde dort gehalten werden. Das Gimbal speichert dann diese Position.



Abbildung 5.3: Fernbedienung für das FeiyuTech G4

5 Vergleich

Im Lieferumfang befinden sich noch zwei Akku-Sets und ein Ladegerät, so hat man immer ein geladenes paar Akkus zur Hand. Die Akkus werden im Handgriff des Gimbals verstaut, der sich dafür abschrauben lässt (Abb. 5.4). An der Oberseite befindet sich der Knopf zum ändern der Betriebsart und für einen Reset des Gimbals. Dieser Knopf wird auch auf der Fernbedienung abgebildet. Der An/Aus-Schalter des Systems befindet sich an der Unterseite des Handgriffs. Da an dieser Stelle auch die verfügbaren Verlängerungsstangen montiert werden, kann der Schalter nur bedient werden, wenn die Verlängerungen abgeschraubt sind. Das Gimbal lässt sich allerdings in einen Stand-By Modus versetzen, der sowohl über den Knopf an der Oberseite des Gimbals, als auch über die Fernbedienung ausgelöst werden kann. Dadurch, dass nur ein einziger Knopf für alle Funktionen vorhanden ist (außer der Richtungstasten der Fernbedienung), werden diese über verschiedene Druckarten ausgelöst. Teilweise muss der Knopf eine oder drei Sekunden gedrückt gehalten werden, oder viermal hintereinander betätigt werden. Die Bedienungsanleitung ist daher für den Umgang mit dem Gimbal sehr wichtig.



Abbildung 5.4: Akkus und Einschub des FeiyuTech G4

Nachdem die Kamera verbaut und das Gimbal mit Strom versorgt ist, kann man das Gimbal nun einschalten. Das System kalibriert sich dann selbst und stabilisiert die Kamera automatisch. Das System sollte nie ohne Kamera eingeschaltet werden, da es sich so nicht kalibrieren kann und ein Gegengewicht fehlt.

Schwebestativ

Das verwendete Schwebestativ kommt vom Hersteller Schwebi. Das “Schwebi sc” ist konzipiert für den Einsatz mit Kameras und DSLRs bis zu einem Gewicht von 1250 Gramm und kostet aktuell etwa 160 Euro (Abb. 5.5).

Die Kamera wird über eine gewöhnliche Stativplatte von Manfrotto mit dem Schwebestativ verbunden. Diese kann in drei verschiedenen Positionen auf dem Schwebestativ befestigt werden, um den Schwerpunkt der Kamera nach vorne bzw. nach hinten zu verlagern. Für die Feinabstimmung lässt sich zusätzlich der Handgriff unterhalb der Kamera stufenlos verschieben (Abb. 5.5).

5 Vergleich



Abbildung 5.5: Schwebi sc Schwebestativ

Für den praktischen Test des Schwebestativs wurde eine Canon 600D DSLR-Kamera mit einem Tamron Di II 17-50mm f2.8 Objektiv verwendet. Dieses Setup ist mit einem Gesamtgewicht von 1196 Gramm schon nah an der Obergrenze des Schwebi sc. Doch dieses hohe Gewicht hat auch den Vorteil, dass das Schwebestativ noch ein wenig besser stabilisiert. Die Massenträgheit ist größer.



Abbildung 5.6: Stativplatte und Handgriff des Schwebi sc

Um das Gewicht der Kamera auszugleichen, können am unteren Hebel des Stativs mitgelieferte Gegengewichte in verschiedenen Kombinationen verwendet werden. Durch das hohe Gewicht der Kamera wurden im Test alle mitgelieferten Gewichte genutzt. Diese haben dann ein Gesamtgewicht von 405 Gramm. Durch Verschieben der Gewichte nach unten kann dann noch die Hebelkraft der Gewichte erhöht werden und das Kameragewicht ausgeglichen werden (Abb. 5.7). Eine Stellschraube zwischen

5 Vergleich

den Gewichten und der Kamera wird dann justiert, um ein Kippen der Kamera nach links und rechts zu verhindern (Abb. 5.7). Da der Kontrollmonitor der Kamera nach links ausgeklappt ist, muss dieser durch eine leichte Verschiebung der Gewichte nach rechts kompensiert werden.



Abbildung 5.7: Verschiebbare Gegengewichte und Stellschraube des Schwebi sc

Das Schwebi sc nutzt als kardanische Aufhängung die Edelstahlkugel in einem PTFE-Kunststofflager (Abb. 5.8). Um die Gleitfähigkeit zu erhöhen, kann hier noch ein Tropfen Öl eingebracht werden.



Abbildung 5.8: Aufhängung des Schwebi sc

Damit ist auch das Schwebestativ einsatzbereit. Schon anhand dieser Vorbereitungen lässt sich erkennen, dass das Gimbal-System eine komplexere Technik besitzt, die mehrere zusätzliche Fehlerquellen schafft. Eine Firmware, Stromversorgung und Elektronik besitzt das Schwebestativ und die Steadycam nicht. In diesen Bereichen können also, in der Vorbereitung oder während des Drehs, keine Fehler auftreten.

5.1.1 Konzept

In der Praxis zählt am Ende das Ergebnis. Ist die Aufnahme gelungen und habe ich den Effekt der schwebenden Kamera umsetzen können? Deswegen sollen vor allem Testaufnahmen miteinander verglichen werden. Die einzelnen Kamerastabilisierungssysteme sollen in verschiedenen klassischen Anwendungsgebieten der schwebenden Kamera zeigen, welche Aufnahmen möglich sind und wie diese technisch und filmästhetisch wirken. Nebenbei soll die Erfahrung in der Handhabung der Systeme während des Tests weitere Vergleiche möglich machen und die Stärken und Schwächen der Systeme aufzeigen. Das Anwendungsbeispiel am Schluss soll sich noch einmal auf die Fähigkeiten des Gimbal-Systems konzentrieren und zeigen, was mit dieser Technik möglich ist. Dafür wurde ein kleiner Kurzfilm produziert.

Zunächst jedoch das Konzept der Aufnahmen des praktischen Tests.

Um die Aufnahmen gut vergleichen zu können, wird als gemeinsames Aufnahmeformat eine Auflösung von 1280x720 Pixeln bei 25 Vollbildern in der Sekunde (25p) festgelegt. Die unterschiedliche Aufnahmequalität der Kameras soll bei diesem Test keine Rolle spielen.

Am Anfang sollen jeweils Funktionstests mit den Systemen durchgeführt werden. Reagieren die Systeme wie erwartet? Welche Möglichkeiten bieten die Einstellungen des Gimbal-Systems?

Danach folgen klassische Anwendungsgebiete:

- Es sollen verschiedene Schwenks an Objekten in alle Richtungen durchgeführt werden. Dies offenbart die Leistung der Systeme in ruhigen Situationen. Wie statisch lassen sich die Systeme aus der Hand halten? Gibt es hier schon Schwächen in der Kamerastabilisierung?
- Zusätzlich sollen die Systeme bei typischen Herausforderungen für die klassische Steadycam getestet werden. Natürlich sind das die Aufnahmen, die aus der Bewegung entstehen. So sollen die Systeme auf normalen und auf unwegsamem Gelände, sowie bei besonders schnell gelaufenen Szenen untersucht werden. Des Weiteren soll die Fähigkeit des Filmens in Bodennähe ausprobiert werden. Die Steadycam kann hierzu in den "low-mode" umgebaut werden, diese Funktion fehlt dem Schwebestativ aber. Wie schlagen sich beide Systeme?
- Der nächste Versuch soll sich mit einem Klassiker der schwebenden Kamera befassen. Dem Aufnehmen, während eine Treppe hinauf oder hinunter gelaufen wird. Bei diesem Test sollen die Systeme auch noch für einen anderen Bildausschnitt über die Tilt Achse justiert und dann miteinander verglichen werden.

Können die Systeme diese deutlichen Erschütterungen ausgleichen?

- Die letzte Szene soll noch einmal explizit das seitliche Gehen untersuchen. Wird die Kamera auch seitlich korrekt stabilisiert?

Im Anschluss werden die Aufnahmen dann bearbeitet, für einen Vergleich nebeneinander gelegt und dann bewertet. Die gewonnenen Erkenntnisse finden sich in Kapitel 5.1.3. Es folgt zunächst die Erläuterung der Durchführung.

5.1.2 Durchführung

Nachdem die Systeme ausgewählt, und die gewünschten Tests und Aufnahmen festgelegt worden sind, folgte die Suche nach geeigneten Drehorten. Für den Effekt der schwebenden Kamera ist es immer förderlich, wenn sich möglichst viele Objekte vor der Kamera befinden, die sich dann während der Bewegung an der Kamera vorbei bewegen. Dafür stellte sich der Wald als geeigneter Ort heraus. Dort gibt es genug Objekte/Bäume und unterschiedlichstes Gelände. Die verschiedenen Schwenks können dann auch dort durchgeführt werden.

Eine Treppe findet sich schnell, für einen guten Vergleich sollte die Aufnahme jedoch etwas länger sein und einem Parkour ähnlich. Dieser "Parkour" fand sich schließlich im Norderstedter Stadtpark. Dort gibt es einige Hügel, die gut mit Treppen erschlossen sind und verschiedene Stufenhöhen bieten.

Als erstes wurde der Funktionstest mit dem jeweiligem System durchgeführt und in folgenden Aufnahmen dokumentiert:

- Funktionstest Gimbal (Anhang A.3.1): Das System wird vorgeführt und die Stabilisierung getestet. Der klassische Betriebsmodus (Pan/Heading Follow Mode) wird vorgeführt. Die Verlagerung des Handgriffs und der damit verbundene automatische Wechsel der Motoren in die veränderten Achsen wird gezeigt. Dann wird der Wechsel in den "Inversion Mode" durchgeführt und Anwendungsbeispiele folgen. Für diese Aufnahmen wurde das Gimbal mit den Verlängerungsstangen nah über den Boden geführt. Am Schluss wird der "Pan/Heading Lock Mode", mit Hilfe einer Kamerafahrt durch den Wald, dargestellt.
- Funktionstest Schwebestativ (Anhang A.3.2): Auch hier wird das System vorgeführt und das korrekte Auswiegen der Kamera getestet. Dies konnte erfolgreich nachgewiesen werden. Zum Schluss wird noch ein Problem verdeutlicht, das leider häufiger im Zusammenhang mit Schwebestativen und dort vor allem in Kombination mit einer schweren Kamera und der simplen Ausführung der kardanischen Aufhängung durch Edelstahlkugel und PTFE-Kunststofflager

5 Vergleich

auftritt. Das System kommt bei fehlender äußerer Kräfteeinwirkung (außer der Gravitation) im Stand an die Leistungsgrenze. Leichte Handbewegungen übertragen sich dann auf die Kamera, da das Trägheitsmoment im Stand zu gering, und die Reibung des Lagers zu groß ist.

Nun konnten die Aufnahmen nach den Anforderungen erstellt werden. Jede Einstellung würde zweimal gedreht, mit beiden Systemen je einmal. Die Clips zeigen zunächst die Aufnahme mit dem Gimbal-System. Dann folgt die Aufnahme des Schwebestativs und am Schluss werden beide Aufnahmen synchron nebeneinander gezeigt.

Die Schwenks teilen sich in zwei Aufnahmen auf, die jeweils im Wald gedreht wurden. Als Objekte dienen Bäume und Sträucher:

- Schwenk 1 (Anhang A.3.3): Ruhiger Schwenk von oben nach unten an einem Baum entlang. Am Wendepunkt jeweils mit Ruhephasen, um die Systeme im Stand zu untersuchen.
- Schwenk 2 (Anhang A.3.4) Drehung: Es werden zwei Schwenks drehend von links nach rechts an einem Baum und an einem Strauch durchgeführt. Der letzte Schwenk wird mit einer Fahrt Richtung Boden kombiniert, um die Flexibilität der Systeme zu testen.

Die Aufnahmen aus der Bewegung heraus sind in sieben Aufnahmen unterteilt. Je nach Untergrund, Geschwindigkeit oder Betriebsmodus:

- Gang 1 (Anhang A.3.5) normale Höhe, normale Geschwindigkeit: Gang auf einem Waldpfad mit mehreren Kurven. Hin- und Rückweg.
- Gang 2 (Anhang A.3.6) unwegsames Gelände: Gang über hügeligen Waldboden und herumliegende Äste. Hin- und Rückweg.
- Gang 3 (Anhang A.3.7) unwegsames Gelände, Schnell: Schnelles Gehen über hügeligen Waldboden in gerader Route. Hin- und Rückweg.
- Gang 4 (Anhang A.3.8) Bodennah: Ein kleiner Pfad durch die Waldlandschaft. Die Systeme werden so niedrig wie möglich über den Waldboden geführt. Das Gimbal-System wird dafür im "Inversion Mode" betrieben.
- Gang 5 (Anhang A.3.9) normale Höhe, gelaufen: Laufen über einen breiten Waldpfad. Beide Systeme kamen hier an die Grenze ihrer Möglichkeiten. Durch den Fahrtwind wird die Kamera bzw. der links befestigte Kontrollmonitor auf dem Schwebestativ mitgerissen und nach links abgelenkt. Bei der Geschwindigkeit war das nicht zu vermeiden. Das Gimbal-System kämpft ebenfalls mit ungewollten Erschütterungen, die nicht mehr ausgeglichen werden. Zum Vergleich

folgt am Schluss noch eine Aufnahme mit einem iPhone 6 und eingeschaltetem digitalen Bildstabilisator. Der kann allerdings noch weniger ausrichten, als die Kamerastabilisierungssysteme.

- Gang 6 (Anhang A.3.10) Treppen: Treppenrundkurs in normaler Geschwindigkeit abgelaufen. Danach ein kurzer Schwenk und seitlich gegangene Treppen. Für die letzte Szene wurde die Kamera vom Schwebestativ neu ausgewogen, um eine leichte Neigung nach unten zu bekommen, dann sind die Treppen nach unten gegangen worden. Das Gimbal-System wurde einfach per Hand geneigt. Das System hat dann diese Neigung gespeichert.
- Gang 7 (Anhang A.3.11) seitliches Gehen: Seitliches Vorbeigehen an einem gestalteten Beet. Die Systeme wurden dafür seitlich ausgerichtet. Es war also möglich, geradeaus gehen zu können.

5.1.3 Erkenntnisse

Die Handhabung der beiden Systeme konnte sehr gut untersucht werden. Durch die verschiedenen Szenen und Einsatzorte mussten die Systeme mehrmals umgebaut werden. Die Funktionstests haben die grundlegende Funktion der Systeme zeigen können.

Das Gimbal-System lässt sich einfach in die verschiedenen Betriebsmodi bringen. Ein Knopfdruck reicht. Im Zuge der Aufnahme von Gang 6 (Anhang A.3.10) konnte ein direkter Vergleich vom Umbau der Systeme durchgeführt werden. Das Gimbal-System lässt sich deutlich einfacher Neigen, als das Schwebestativ. Dieses musste erst umständlich neu ausgewogen werden, um den Schwerpunkt nach vorne zu verlagern und dadurch eine Neigung herbeizuführen. Das Gimbal-System ist durch die Automatik in Sekunden eingerichtet.

Durch den praktischen Test konnten noch weitere Schwächen der einzelnen Systeme ausgemacht werden. Das Gimbal-System kämpft schon bei Gang 1 (Anhang A.3.5) mit kleinen Erschütterungen der Kamera. Vor allem wenn es etwas schneller wird, wie in Gang 3 (Anhang A.3.7). Dennoch ist die Stabilisierung für den Amateurbereich insgesamt auf einem guten Niveau. Lediglich bei Gang 5 (Anhang A.3.9) zeigen die Systeme deutliche Schwächen in der Stabilisierung. Das Schwebestativ kämpft mit der systembedingten Windanfälligkeit und neigt dazu das Bild zu verreißen, das Gimbal-System leidet unter deutlichen Wacklern im Bild. Diese Wackler sind in den Aufnahmen hochwertigerer Gimbal-Systeme nicht zu finden.

Das Schwebestativ hat bei einigen Einstellungen das Problem, den Horizont in der Waagerechten zu behalten. Dies verstärkt sich mit Zunahme der Geschwindigkeit (Gang 2 (Anhang A.3.6) zu Gang 3 (Anhang A.3.7)) oder mit anspruchsvollerem

Terrain (Gang 6 (Anhang A.3.10) Treppen).

Bei Gang 4 (Anhang A.3.8) zeigt das Gimbal-System seine Stärken. Es kann sehr nah am Boden entlang geführt werden und es entstehen tolle Aufnahmen. Durch die gemäßigte Geschwindigkeit der Bewegung ist das System auch recht stabil. Das Schwebestativ hat leider keinen Modus für das Filmen in Bodennähe, daher kann das System nicht sehr tief gehalten werden. Die Körperhaltung beim Filmen in niedrigen Positionen erschwert dies zusätzlich. Es kann keine Verlängerung wie beim Gimbal-System angebracht werden.

Dass beide Systeme nicht in der Höhe stabilisiert sind, merkt man vor allem in der Aufnahme des Gang 6 (Anhang A.3.10). Das Treppensteigen hinterlässt ein leichtes Absacken des Bildes bei beiden Kamerastabilisierungssystemen.

Mit einer seitlichen Ausrichtung (Gang 7 (Anhang A.3.11)) kommen beide Systeme gut zurecht. Auch die Schwenks (Anhang A.3.3 und A.3.4) sahen sehr gleichwertig aus. Das Gimbal-System stabilisiert die Kamera im Stand ein wenig besser. Filmästhetisch war hier der Unterschied am geringsten.

Die, im Funktionstest des Gimbals (Anhang A.3.1), gezeigten Anwendungsmöglichkeiten des "Inversion Mode" wären mit keinem anderen System ohne fremde Unterstützung möglich gewesen. Vor allem die beim Laufen gefilmten Füße. Diese Aufnahme zeigte gleichzeitig, welche Erschütterungen von den Systemen ausgeglichen werden müssen.

Insgesamt fühlen sich die Aufnahmen des Schwebestativs an manchen Stellen leichter und schwebender an. Die Aufnahmerichtung lässt sich allerdings mit dem Gimbal-System besser kontrollieren und das System hält den Horizont sehr stabil in der Waagerechten. Durch die flexible Nutzung des Handgriffs und insgesamt der Betriebsmodi des Gimbal-Systems lassen sich einige Spielereien und spezielle Einstellungen verwirklichen. Die schnellen Kamerafahrten gehören allerdings nicht zu den Stärken des Gimbals (auch das Schwebestativ hatte Schwierigkeiten, der große Bruder Steadicam hätte diese Probleme höchstwahrscheinlich nicht gehabt). Das Problem sollte aber auch bei den größeren Gimbal-Systemen nicht vorhanden sein und sobald das verwendete Gimbal in oder an einem Fahrzeug genutzt wurde, traten die Ruckler auch lange nicht so ausgeprägt auf (siehe Kurzfilm). Das Gimbal-System vermittelt im praktischen Test dennoch eine etwas andere Filmästhetik als das Schwebestativ, ist aber leichter in der Bedienung.

Obwohl die Robustheit des Gimbal-Systems immer wieder negativ erwähnt wird, da durch Elektronik und Stromversorgung zusätzliche Fehlerquellen entstehen, gab es während des praktischen Tests und der Erstellung des Kurzfilms keine technischen Probleme. Die Akkus halten für ca. 3 Stunden Dreh am Stück.

5.1.4 Anwendungsbeispiel

Für das Anwendungsbeispiel wurde ein Kurzfilm gedreht, der die Stärken des Gimbal-Systems zeigen soll und Aufnahmen enthält, die mit Schwebestativ oder Steadicam nicht möglich wären (Anhang A.4).

Der Film besteht aus Aufnahmen der Stadt Hamburg, komplett mit einer GoPro und dem FeiyuTech G4 Gimbal aus dem Auto gedreht (Abb. 5.9). Das Gimbal-System und die Verlängerungsstangen machen ungewohnte Einstellungen möglich. Die Kamera fliegt förmlich über die Straßen.



Abbildung 5.9: Dreh des Kurzfilms mit Hilfe des Gimbal-Systems

5.2 Ergebnis

Durch den praktischen Test konnten die Konkurrenten im Amateurbereich direkt miteinander verglichen werden.

Im folgenden sind nun die Konkurrenten aufgeführt und durch eine Entscheidungsmatrix werden die Vor- und Nachteile auf dem Papier miteinander verglichen. Die

Gewichtung bezieht sich auf den Einsatzbereich, auf den die getesteten Systeme abzielen, also den Amateurbereich. Die Bewertung basiert allein auf dem praktischen Test und den getesteten Geräten und soll die Erkenntnisse dieses Tests zusammenfassen:

Auswertung des Vergleichs			
Features	Gewichtung	Gimbal-System	Schwebestativ
Kamerastabilisierung	10	6	6
Flexibilität	10	10	6
Robustheit	5	4	5
Einrichtung	7	7	4
Handhabung	10	9	8
Filmästhetik	8	4	6
Summe	50	40	35

Tabelle 5.2: Entscheidungsmatrix basierend auf dem praktischen Test

Im Amateurbereich hat damit das Gimbal-System knapp gewonnen. Dieses Ergebnis lässt sich im gewissen Maße auch für die beiden anderen Nutzergruppen und deren Konkurrenten nutzen. Da gleichwertige Systeme getestet wurden, würden die Fähigkeiten der Konkurrenten bei einem Vergleich im semiprofessionellem Bereich gleichmäßig ansteigen. Beim beibehalten der Gewichtung der Features sollte das Gimbal-System auch im semiprofessionellem Bereich vor dem Schwebestativ liegen. Lediglich die Steadicam könnte in dieser Nutzergruppe noch gefährlich werden. Da aber vor allem die Flexibilität als großer Vorteil des Systems hervorsticht, ist das Gimbal-System für bestimmte Aufnahmen dennoch konkurrenzlos.

Im Profibereich ist die Gewichtung der Robustheit und Filmästhetik höher. Beim Fernsehen und am Set muss die Technik funktionieren. In beiden Kategorien lag das Schwebestativ vor dem Gimbal-System. Die Qualität und Anmutung der schwebenden Kamera ist absolut im Vordergrund. Der Vergleich wäre hier ausgeglichen oder sogar mehr in Richtung Steadicam ausgefallen (wenn man das Schwebestativ als kleinen Bruder der Steadicam versteht). Dazu kommt der limitierende Faktor, dass im professionellen Bereich bei bestimmten Kameragrößen Schluss ist. Dennoch trumpft das Gimbal-System auch im professionellen Bereich in der Flexibilität auf. Für bestimmte Einstellungen und Szenen kann das System bereits heute auch für den Profi interessant werden.

Um dem Ergebnis eine Stimme aus dem professionellen Bereich zu verleihen, habe ich ein Interview mit einem Arbeitskollegen und sehr erfolgreichen Steadicam-Operator geführt. Tilman Büttner ist schon seit 1988 Steadicam-Operator und hat

unter anderem den Film "Russian Ark" gedreht. Der Film besteht aus einer einzigen, über 90 Minuten langen, mit Steadicam gefilmten Einstellung und ist deshalb im Bereich der schwebenden Kamera legendär. Weiter war er an Filmen wie "Lola rennt", "Der Untergang" oder "NVA" beteiligt.

Jannis Schöneberg: Bist du bei deiner Arbeit als Steadicam-Operator in der Vergangenheit schon auf das Gimbal-System gestoßen, oder spielt diese Entwicklung noch keine Rolle in deiner Branche?

Tilman Büttner: Es spielte bis jetzt noch keine Rolle. Auch wurde noch kein "Gegeneinander Antreten" gefordert. Oder Produzenten setzten die finanzielle Schraube an.

Jannis Schöneberg: Du bist jetzt seit 1988 Steadicam-Operator. In wieweit schätzt du das Aufkommen des Gimbal-Systems als Kamerastabilisierungssystem als eine bedeutende Weiterentwicklung für den Einsatzbereich der etablierten Kamerastabilisierungssysteme (Steadycam, Schwebestative, Cineflex) ein?

Tilman Büttner: Das System ist eine unwerfende Erfindung und eine immense Erweiterung in der bewegten Kameragestaltung. Es können völlig neue Kamerafahrten unternommen werden von denen man bislang nur geträumt hat.

Jannis Schöneberg: Das Gimbal-System, ursprünglich an Kameradrohnen bzw. im Modellbau eingesetzt, wurde in den letzten Jahren für den Einsatz in der Hand des Kameramanns und für größere Kameras weiterentwickelt. Glaubst du, das System kann jetzt oder in der Zukunft mit der Steadicam konkurrieren und in die Einsatzbereiche der Steadicam vordringen? Oder gibt es für beide Systeme unterschiedliche Einsatzbereiche?

Was ich genau weiß ist, dass die Steadicam nicht die Einsatzbereiche des Gimbal-Systems abdecken kann. Zu groß, zu schwer und fixiert am Körper des Operators. Aber losgelöste entfesselte Einstellungen mit schweren professionellen Kameras auch in Kombination mit schweren Optiken (lange Brennweiten, Anamorphoten) können nur mit der Steadicam realisiert werden!

Auch der Einsatz im Fernsbereich (Drahtlossystem, 3D) für Shows ist im Moment nur mit Steadicam möglich!

Jannis Schöneberg: Welche Vor- und Nachteile siehst du im Vergleich zur Steadicam?

Tilman Büttner: Ich denke, das die Steadicam kostengünstiger ist! Die Technik ist nicht so anfällig, da weniger Elektronik eingesetzt wird! Mit der Steadicam ist man reaktionsschneller, da der Bildgestalter mit seinem System direkt am Geschehen ist. Er kann die Szene räumlich besser einschätzen und kann

5 Vergleich

prompt reagieren. Es sind sämtliche Kameras einsetzbar ... von Mini bis Großformat!

Das Gimbalssystem wird wohl vorwiegend für längere spektakuläre Oneshots eingesetzt. Aber wann benötigt man diese?

Auch die Kommunikation läuft beim Gimbal-System über mehrere Ecken ... Kameraoperator(Träger), Funkoperator-Bildgestalter (Regie), während bei der Steadicam der Operator und Bildgestalter eine Person sind.

Auch denke ich, dass das Gimbalssystem bei längeren Einstellungen physisch sehr anstrengend ist. Für den maximalen Einsatz (tiefste bis höchste Kamerapositionen können keine Zusatztragehilfsmittel (Easyrig) verwendet werden! Die Armkraft ist beschränkt!

Zusatz(träger) kosten dann aber wieder mehr!

Außerdem ist der Probenaufwand höher! Mehr Leute und Technik = mehr Zeit!

6 Fazit

Das Gimbal-System erfüllt tatsächlich zentrale Anforderungen der heutigen Medienproduktion. Es ist günstiger als eine professionelle Steadycam und leichter zu meistern. Es braucht weniger Erfahrung, um ansprechende Ergebnisse zu erzielen. Die Einrichtung und Vorbereitung ist bei einem Gimbal-System weniger zeitaufwändig. Gerade im Amateurbereich ist die Konfiguration und Handhabung sehr einfach.

Im Bereich Flexibilität liegt eindeutig die Stärke des Gimbal-Systems. Verrückte Einstellungen, endlose Kamerafahrten durch Fenster und Wände, danach aufgehängt an einem Kran und nicht zuletzt am Auto oder der Drohne, das alles ist machbar. Und das sogar schon mit digitalen Kinokameras wie die RED Epic. Das Gimbal-System wird einfach von einem Operator zum anderen gereicht und ist durch den Wegfall von Arm und Weste komplett entfesselt. Genau in diesem Bereich sehe ich das Gimbal-System in den nächsten Jahren. Im semiprofessionellen Bereich mag das Gimbal-System für manche sogar schon eine Alternative für die Steadycam sein (einfach durch die anderen Vorzüge, die höher gewichtet werden), im Amateurbereich würde ich sogar zu einem Gimbal raten, für den professionellen Bereich überwiegen aber im Alltagsgebrauch noch die Nachteile. Die Elektronik sorgt für mehr Fehlerquellen und das größte Manko, die Beschränkung in der Nutzung von größeren Kameras, stellt das bedeutendste Problem dar. Für viele Bereiche ist das ein Ausschlusskriterium, unter anderem beim klassischen Fernsehen.

Die mögliche Fernbedienung des Gimbal-Systems bei hochwertigen Geräten eröffnet allerdings einen weiteren interessanten Vorteil des Systems. So kann die Kamera mit zwei Mann gesteuert werden. Der Kameramann konzentriert sich nur auf das Fortbewegen und der Assistent steuert die exakte Ausrichtung der Kamera.

Die auch im praktischen Test entdeckte spezielle Filmästhetik kann einem gefallen, sie kann aber auch als störend empfunden werden. Ein Steadycam-Operator ist unmittelbar mit der Kamera verbunden. Ihn trennt keine Elektronik und er kann auf die Bildkomposition direkt und emotional Einfluss nehmen.

Neue Möglichkeiten im Bereich der schwebenden Kamera ermöglicht das System auf jeden Fall. Mit einer kontinuierlichen Weiterentwicklung können sicherlich noch mehr Bereiche der schwebenden Kamera erobert werden. Einen Bereich hat das System schon für sich beansprucht: die Kameradrohnen.

7 Ausblick

Die Zukunft des Gimbal-Systems hängt von mehreren Faktoren ab. An der Gewichtsbegrenzung wird sicherlich noch gearbeitet werden. Allerdings ist diese Begrenzung ohne weitere Hilfsmittel schon bald ausgereizt. Da das System in der Hand gehalten wird, können die Kameras nicht ohne Weiteres immer größer werden. Dies ist aber nötig, um besser mit anderen Kamerastabilisierungssystemen konkurrieren zu können. Deshalb gibt es schon Versuche, das Gimbal an ein Easy-Rig (Abb. 7.1) oder einen Steadycam-Arm zu montieren und so die Gewichtsproblematik zu umgehen. Damit würde man aber die gewonnene Flexibilität wieder verlieren.



Abbildung 7.1: Gimbal-System montiert an einem Easy-Rig - Videoaktiv Ausgabe 2/2015

Der Fantasie der Hersteller und Nutzer sind allerdings keine Grenzen gesetzt und das Gimbal-System wird an alle möglichen fahrbaren Untersätze montiert (Abb. 7.2). Hier ist also immer mal wieder etwas Neues zu erwarten.



Abbildung 7.2: Gimbal-System mit einem Federarm an ein Segway montiert - <http://www.dji.com/product/ronin/feature>

Die größere Verbreitung von Kameradrohnen versorgt das Kerngeschäft des Gimbal-Systems in der Zukunft sicherlich mit weiterem Auftrieb. Und die Veränderung des Medienkonsums und die damit zusammenhängende Verlagerung der Produktion von Medieninhalten in semiprofessionelle Bereiche kann sicherlich auch die Nachfrage nach Kamerastabilisierungssystemen steigern, die kostengünstiger in der Anschaffung sind, eine leichtere Bedienung bieten und weniger Zeit zur Vorbereitung benötigen.

Allerdings arbeiten auch die Kamerahersteller an immer besseren integrierten Bildstabilisatoren, die in der Zukunft das Gimbal-System und auch andere Kamerastabilisierungssysteme überflüssig machen könnten.

Eine weitere Verbreitung des Gimbal-Systems in der nahen Zukunft ist aber sehr wahrscheinlich, da das System einzigartige, neue Möglichkeiten im Bereich der schwebenden Kamera bietet, die es zuvor noch nicht gab.

A Anhang

A.1 Angebot von Gimbal-Systemen während der Beschaffung

Angebot von Gimbal-Systemen

- Redcoon.de
 - DJI Ronin-M (3-Achsen) für DSLR – 1559 €
 - DJI Ronin (3-Achsen inkl. FB) für schwerere DSLR – 2116 €
 - BIG Balance Bronco Action Gimbal für GoPro – 184 €
 - BIG Balance Gibbon 2- Achsen Gimbal – 639 €
- Marcotec-shop.de
 - IKAN FLY X3 PLUS Smartphone Gimbal (3-Achsen) – 477,98 €
- Amazon.de
 - Für DSLR
 - XT-XINTE DYS (3-Achsen) – 691 €
 - BIG Balance Gibbon (2-Achsen bis 800g) – 571 €
 - Für GoPro
 - Feiyu Tech FY-G4 (3-Achsen) inkl. Arm – 314 €
 - Rollei eGimbal G1 – 125 €
 - Neewer Zhiyun Z1-Glatte inkl. FB – 258,18 €
 - Dshot Z ONE Pro3 (3-Achsen) – 239 €
 - Jabo GYROpod MD1 (2-Achsen) – 669 €
 - BeStableCam RIDER (3-Achsen) (nicht aus der Hand führbar, da nur mit GoPro Mount versehen) – 389 €
 - Andoer ST-315 (2-Achsen) – 166 €
 - Für Handy (und auch GoPro, da flexibler Mount)
 - BeStableCam SteadyFone3 (3-Achsen) – 379 €
 - Neewer Feiyu FY-G4 iPhone (3-Achsen) (FB +61 €) – 258 €

Abbildung A.1: Ausdruck der Angebotsliste

A.2 Programme zum Konfigurieren des Gimbal-Systems FeiyuTech G4

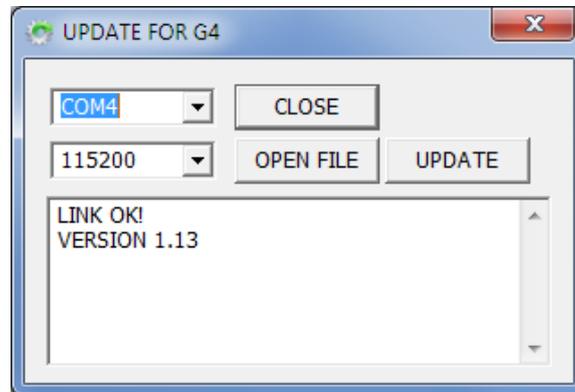


Abbildung A.2: Update-Programm mit hergestellter Verbindung zum Gimbal. Die Version des Gimbals (1.13) ist bereits die aktuell verfügbare Version.

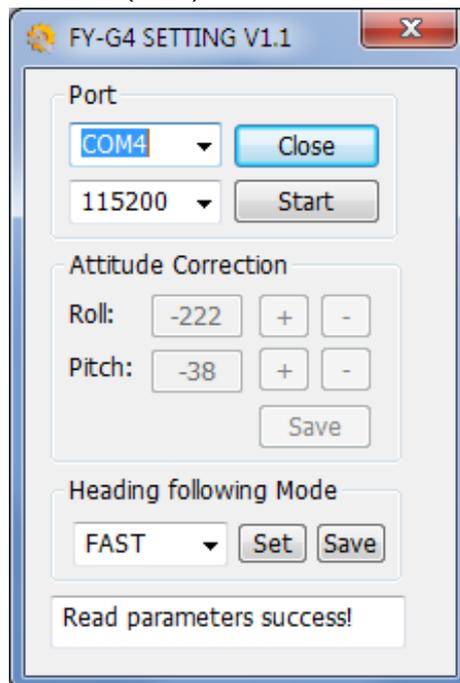


Abbildung A.3: Programm zum Kalibrieren des Gimbals

A.3 Aufnahmen des praktischen Tests (Auf DVD)

A.3.1 Funktionstest Gimbal.mp4

A.3.2 Funktionstest Schwebestativ.mp4

A.3.3 Schwenk 1.mp4

A.3.4 Schwenk 2.mp4

A.3.5 Gang 1.mp4

A.3.6 Gang 2.mp4

A.3.7 Gang 3.mp4

A.3.8 Gang 4.mp4

A.3.9 Gang 5.mp4

A.3.10 Gang 6.mp4

A.3.11 Gang 7.mp4

A.4 Kurzfilm “Hamburg by Car” (Auf DVD)

Abbildungsverzeichnis

3.1	Garett Brown mit seiner Steadicam - Festival del film Locarno/ Sailas Vanetti	10
3.2	Kameraeinheit einer Steadycam mit kardanischer Aufhängung und Raumachsen a, b, c - vgl. http://tiffen.com/steadicam/steadicam-m1/	12
3.3	Arm einer Steadycam mit anpassbaren Federn und Verbindungen zur Weste und Aufhängung - http://tiffen.com/steadicam/steadicam-m1/	13
3.4	Weste einer Steadycam - http://tiffen.com/steadicam/steadicam-m1/	14
3.5	Komplette Steadycam im Selbstversuch	15
3.6	Brown mit seinem Prototyp auf einem Steadicam Workshop - http://www.garrettcam.com/articlesMerlinJr.php	18
3.7	“Steadicam JR” Schwebestativ von Garrett Brown - http://www.garrettcam.com/articlesMerlinJr.php	19
3.8	Als Beispiel: Aktuelles “Steadicam Merlin 2” Schwebestativ von Tiffen - vgl. http://tiffen.com/steadicam/steadicam-hand-held-stabilizers/steadicam-hand-held-merlin2	20
3.9	Cineflex ULTRA - http://www.film-tv-video.de/newsdetail+M5cace64182f.html	24
3.10	Gyroskop mit schwenkbar gelagertem Kreisel - vgl. http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-kreiselstabilisierung-physikalische-grundlagen-136562	25
3.11	Zeichnung aus der Patentanmeldung von Kenyon - http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-kreiselstabilisierung-der-kenyon-kreisel-136651	25
3.12	Zwei Kenyon-Stabilisatoren am Steadycam-Rig - http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-kreiselstabilisierung-der-kenyon-kreisel-136651	27
4.1	Freefly MoVi mit Fernbedienung - (vgl. McDougal 2015)	30
4.2	Gimbal-System mit Raumachsen a, b ,c - (vgl. freeflysystems.com 2015)	32
4.3	Gimbal Control Unit (GCU) - (vgl. drohnen.de 2015)	33

Abbildungsverzeichnis

4.4	Aufbau eines klassischen Elektromotors - http://motoren-technik.net/aufbau-elektromotor/	33
4.5	Aufbau eines bürstenlosen Elektromotors - vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/BürstenloserGleichstrommotor	34
5.1	FeiyuTech G4 3-Achsen Gimbal	39
5.2	Kameraaufhängung und Montagebügel des FeiyuTech G4	40
5.3	Fernbedienung für das FeiyuTech G4	40
5.4	Akkus und Einschub des FeiyuTech G4	41
5.5	Schwebi sc Schwebestativ	42
5.6	Stativplatte und Handgriff des Schwebi sc	42
5.7	Verschiebbare Gegengewichte und Stellschraube des Schwebi sc	43
5.8	Aufhängung des Schwebi sc	43
5.9	Dreh des Kurzfilms mit Hilfe des Gimbal-Systems	49
7.1	Gimbal-System montiert an einem Easy-Rig - Videoaktiv Ausgabe 2/2015	54
7.2	Gimbal-System mit einem Federarm an ein Segway montiert - http://www.dji.com/product/ronin/feature	55
A.1	Ausdruck der Angebotsliste	56
A.2	Update-Programm mit hergestellter Verbindung zum Gimbal. Die Version des Gimbals (1.13) ist bereits die aktuell verfügbare Version.	57
A.3	Programm zum Kalibrieren des Gimbals	57

Tabellenverzeichnis

5.1	Mögliche Einsatzbereiche der Kamerastabilisierungssysteme	38
5.2	Entscheidungsmatrix basierend auf dem praktischen Test	50

Literaturverzeichnis

- Biebeler, Ralf: *Bildgestaltung, Schnitt und Musikauswahl*, 1. Aufl., mediabook Verlag 2006
- Brown, Garrett: *STEADICAM IN HAND! A Brief History*, <http://www.garrettcam.com/articlesMerlinJr.php>, 2008, letzter Zugriff: 19.07.2015
- Cineflex.com: *Products*, <http://www.cineflex.com/Our-Products>, letzter Zugriff: 02.08.2015
- drohnen.de: *Was ist ein Gimbal (Bildstabilisierung)?*, <http://www.drohnen.de/4602/was-ist-ein-gimbal-bildstabilisierung>, 2015, letzter Zugriff: 15.08.2015
- Eue, Ralf: *Neue Züricher Zeitung: Ein Vierteljahrhundert Steadicam - Die elegant entfesselte Kamera*, <http://www.nzz.ch/article7TD1Q-1.401317>, 2002, letzter Zugriff: 07.07.2015
- Freeflysystems.com.com: *Products*, <http://www.freeflysystems.com>, letzter Zugriff: 08.08.2015
- GD-Imaging: *Markets*, <http://www.gd-imaging.com/Markets.xml>, letzter Zugriff: 02.08.2015
- Jovy, Jörg: *Digital Filmen - Planen, Aufnehmen, Schneiden, Vorführen*, 1. Aufl., Pearson Verlag 2013
- kameramann.de: *Steadicam und Co: Vergiss die Technik - Profis über das Steadicam*, <http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-vergiss-die-technik-profis-uber-die-steadicam-136538>, 2013, letzter Zugriff: 15.07.2015
- Lusznat, Hans-Albrecht: *Steadicam und Co: Kreiselstabilisierung - der Kenyon-Kreisel*, <http://www.kameramann.de/allgemein/steadicam-co-kreiselstabilisierung-der-kenyon-kreisel-136651>, 2013, letzter Zugriff: 30.07.2015
- Manz, Robert: *Die Welt von oben - Helikopter-Kamera "Cineflex"*, http://www.planet-wissen.de/gesellschaft/ordnungssysteme/die_welt_von_oben/pwiehelikopterkameracineflex100.html, 2014, letzter Zugriff: 02.08.2015

Literaturverzeichnis

- Marine, Joe: *Gyro-Stabilized Camera Gimbal*, <http://nofilmschool.com/2013/09/burton-snowboard-movi-gimbal-camera-stabilizer>, 2013, letzter Zugriff: 07.08.2015
- McDougal, Timothy: *Freefly Systems Movi Motorized Gimbal: An Overview*, <http://www.bhphotovideo.com/explora/video/hands-review/freefly-systems-m?vi-motorized-gimbal-overview>, 2015, letzter Zugriff: 07.08.2015
- Meriheinä, Ulf: „Gyroskope - Funktionsweise und Integration“, *Hanser Automotive* Ausgabe 11, 2012
- Petrasch, Thomas; Zinke, Joachim: *Einführung in die Videofilmproduktion*, 1. Aufl., Carl Hanser Verlag 2003
- Rusch, Carsten: *kreativfilm.tv: Unser Kamerateam mit dem professionellen Gimbal*, <http://kreativfilm.tv/kamerateam-mit-gimbal>, letzter Zugriff: 12.08.2015
- Tustin, Kevin: *Tiffen: History of Steadicam*, <http://tiffen.com/steadicam/history-of-steadicam/>, letzter Zugriff: 07.07.2015
- Tiffen.com: *Frequently Asked Questions about the Steadicam Merlin*, <http://www.tiffen.com/steadifAQs.html>, letzter Zugriff: 21.07.2015
- wdr.de: *NRW von oben: Making of...*, http://www1.wdr.de/fernsehen/dokumentation_reportage/dokuamfreitag/nrw-von-oben-making-of100.html, 2014, letzter Zugriff: 21.07.2015
- Wikipedia: *Steadicam: Geschichte und Bedeutung*, <https://de.wikipedia.org/wiki/Steadicam>, letzter Zugriff: 08.07.2015
- Wikipedia: *Kreiselinstrument*, <https://de.wikipedia.org/wiki/Kreiselinstrument>, letzter Zugriff: 28.07.2015
- Wikipedia: *Inertialsensor*, <https://de.wikipedia.org/wiki/Inertialsensor>, letzter Zugriff: 10.08.2015

Ich versichere, die vorliegende Arbeit selbstständig ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt zu haben. Die aus anderen Werken wörtlich entnommenen Stellen oder dem Sinn nach entlehnten Passagen sind durch Quellenangaben eindeutig kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Jannis Schöneberg