

# Pan/Tilt Remotehead

Entwicklung eines PHP-Gesteuerten Pan/Tilt  
Remoteheads für Canon DSLR Kameras

## Diplomarbeit

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades  
**Dipl.-Ing. für technisch-wissenschaftliche Berufe**

am Masterstudiengang Digitale Medientechnologien an der  
Fachhochschule St. Pölten, **Masterklasse experimentelle Medien**

von:

**Martin Steger, BSc**

dm141564

Betreuer/in und Erstbegutachter/in: Dipl.-Ing. Christian Munk  
Zweitbegutachter/in: Prof. Mag. Markus Wintersberger

[Wien, 10.09.2019]

# Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

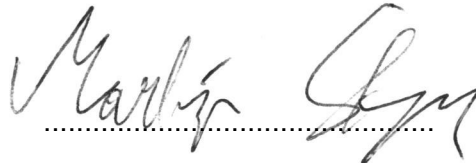
- ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

- ich dieses Thema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der vom Begutachter bzw. der Begutachterin beurteilten Arbeit überein.

Wien, 10.9.2019

Ort, Datum

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martin Geyer', written over a horizontal dotted line.

Unterschrift

# Kurzfassung

Systeme zum Schwenken und Neigen von Kameras aus der Ferne sind seit Jahrzehnten im Einsatz. Sie ermöglichen Perspektiven, aus denen es nicht möglich ist mit bemannten Kameras zu Filmen. Es werden die zwei grundsätzlichen Systeme gegenübergestellt, welche auf dem Markt existieren und deren Stärken und Schwächen analysiert. Um Expertise aus der Praxis mit einfließen zu lassen, werden Experten interviewt.

Remoteheads sind heutzutage aus Fernsehübertragungen kaum mehr wegzudenken, doch den wenigsten ist bekannt, dass es sich hierbei um eben solche Systeme handelt.

In Kombination mit DSLR Kameras ist jedoch kein Remotehead-System auf dem Markt, das eine PHP-Steuerung bietet. Ein solches wurde in dieser Arbeit erstellt und auf dessen Einsatztauglichkeit untersucht.

Ein wesentlicher Teil liegt in der Planung dieses Remoteheads und der Analyse der dafür in Frage kommenden Komponenten. Des Weiteren werden die Herangehensweise für die Programmierung und die Optimierung bearbeitet. Abschließend findet ein Experiment statt. Dieses soll darlegen, ob der Remotehead für den praktischen Gebrauch in der professionellen Videotechnik geeignet ist.

Die Arbeit ist somit relevant für alle Interessensgruppen der Broadcast und Veranstaltungstechnik, da die Unterschiede aufgewiesen und neue Ansätze zur Umsetzung eines solchen Remoteheadsystems verfolgt werden.

Als weitere Interessensgruppe wird die do-it-yourself-Bewegung angesehen, da die Forschungsergebnisse für diese eine Grundlage für Experimente bietet.

# Abstract

Systems for remoted panning and tilting of cameras are used in filming for decades. They enable views from perspectives which a manned camera system can not achieve. Moveable cameras are divided into two main groups on the market. Those groups are compared by their strength and weakness. To achieve the know-how from praxis, experts will be interviewed.

Remotehead systems are indispensable from broadcast productions nowadays although just a few people know, that these systems are used.

The combination of DSLR camera and a remotehead, controlled via PHP website is an innovative concept, achieved in this thesis and verified on its usability.

The focus in this thesis lies in the planning of this remotehead and analysing the components of it. Furtheron the planning and optimizing will finally lead to the experiment. This experiment should demonstrate, if the remotehead is applicable for the practical use in a professional video environment.

Therefore, this master thesis is relevant to all interest groups in the broadcast and event technique area, because there are differences shown up and new ways of constructing an remotehead.

Another interest group is the do-it-yourself community, which could use the results of research as base of knowledge in their projects.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>	<b>II</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>III</b>
<b>Abstract</b>	<b>IV</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2 Einsatzgebiete</b>	<b>9</b>
2.1 Statische Einsatzgebiete	9
2.1.1 Live Events	9
2.1.2 Broadcast	9
2.2 Bewegte Einsatzgebiete	9
2.2.1 Kamerakran	10
2.2.2 Vollautomatisiertes Studio	10
2.2.3 CAMCAT und SpiderCam	10
2.2.4 Kameradrohnen	10
<b>3 Zielsetzung der Forschung</b>	<b>11</b>
3.1 Literaturrecherche	11
3.2 Experteninterviews	11
3.2.1 Erarbeitung der Expertenfragen	12
3.2.2 Qualitative Expertenbefragung	12
<b>4 Stand der Technik</b>	<b>13</b>
4.1 Historischer Überblick	13
4.2 PTZ Kameras	14
4.2.1 Panasonic® AW-UE 150	14
4.2.2 Sony® BRC-X1000	14
4.2.3 JVC® KY-PZ 100	15
4.3 Remoteheads	15
4.3.1 Edelkrone® HeadPlus	16
4.3.2 Vinten® Vantage	16
4.3.3 Arri® SRH-3	17
4.3.4 Varizoom® Cinema Pro-K2	17
4.3.5 Camera Revolution® Mini Libra	18
4.4 Bildwandler	19
4.5 Remote Panels	20
4.6 Weboberflächen	22
4.7 Applikationen	22

<b>5</b>	<b>Vergleich von PTZ Kameras und Remoteheads</b>	<b>23</b>
5.1	Größe und Gewicht	23
5.2	Personalersparnis	24
5.3	Steuerung	24
5.4	Flexibilität	25
5.5	Anschaffungskosten	25
5.6	Bildqualität	26
5.7	Conclusio aus den Expertenfragen	26
<b>6</b>	<b>Die Hardware- und Softwareanalyse</b>	<b>28</b>
6.1	Die Motoren	28
6.1.1	Schrittmotor	28
6.1.2	Gleichstrommotor	29
6.1.3	Servo Motor	29
6.2	ARDUINO®	30
6.2.1	Analog Inputs	30
6.2.2	PWM Output	30
6.2.3	Digitale I/O Schnittstellen	30
6.2.4	UART Schnittstellen	31
6.2.5	Vergleich von ARDUINO® UNO und ARDUINO® Mega2560	31
6.3	Raspberry Pi®	32
6.4	Betriebssystem	32
6.5	Webserver	33
6.6	Canon® DSLR Kameras	34
6.6.1	Gehäuse	34
6.6.2	Chipgröße	34
6.6.3	Objektive	36
6.6.4	Beispiele für Filme die gänzlich oder teilweise mit DSLR Kameras gedreht wurden	36
6.6.5	Einsatzgebiete für DSLR Kameras	37
6.7	Kamerasteuerung	38
<b>7</b>	<b>Benutzeroberfläche</b>	<b>41</b>
7.1	Anforderungen an die Benutzeroberfläche	41
7.2	Design	42
<b>8</b>	<b>Planung und Entwicklung des Remoteheads</b>	<b>43</b>
8.1	Persönliche Motivation	43
8.2	Die Hardwareplanung	43
8.2.1	Chassis	43
8.2.2	Antrieb der Pan und Tilt Achsen	44
8.2.3	Motortreiber	45
8.2.4	Positionsdefinition	46

8.2.5	Zoomansteuerung	46
8.2.6	Schaltplan	46
8.3	Software	47
8.3.1	ARDUINO® Programmierung	47
8.3.2	Raspberry Pi® Installation	51
8.3.3	Tests von gPhoto2 in der Kommandozeile	52
8.3.4	Programmierung der ersten Testseite für serialPHP	52
8.3.5	Optimierungen	53
8.3.6	gPhoto2 Steuerung via PHP	54
8.4	Das Experiment	55
<b>9</b>	<b>Mögliche zukünftige Entwicklungen</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Fazit</b>	<b>58</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>59</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>63</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>65</b>
	<b>Anhang</b>	<b>66</b>
A	ARDUINO® Source Code	66
B	Remoteheadcontrol.php	75
C	Experteninterview Thomas Pinter (schriftlich)	86
D	Experteninterview Robert Schunker (schriftlich)	88
E	Experteninterview Richard Bayerl (mündlich)	90
F	Experteninterview Thomas Völkl (schriftlich)	92
G	Experteninterview Mathias Schopf (schriftlich)	94
H	Experteninterview Michael Ardelt (schriftlich)	100
I	Experteninterview Anonym1 (mündlich)	102
J	Experteninterview Anonym2 (schriftlich)	103

# 1 Einleitung

In dieser Arbeit wird die Steuerung und Entwicklung eines Pan/Tilt Remoteheads behandelt, der das Schwenken und Neigen von Kameras ermöglicht. Pan beschreibt die horizontale Bewegung und Tilt das vertikale Neigen. Diese Art der Robotik ermöglicht den Kameraeinsatz aus Positionen, an denen der Einsatz von Kamerapersonal nicht erwünscht oder möglich ist. Gründe hierfür können beispielsweise die Gefährdung des\_der Kameramann\_frau sein oder auch, dass eine mit Personal besetzte Kamera einen zu großen Raum aus anderen Perspektiven einnehmen würde und somit die Bildästhetik gestören wäre. Des Weiteren könnte die Personalsparnis ein Grund für den Einsatz eines solchen Systems sein. In diesem Fall werden mehrere Kameras von lediglich einer Person bedient, wenn relativ fixe Einstellungen benötigt werden. Um Aufnahmen aus schwer zugänglichen Perspektiven zu realisieren, werden motorisiert bewegte Kameras eingesetzt, da sie kleiner und leichter in das Setting integrierbar sind. (Ebner, 2013, S. 118)

In dieser Arbeit wird konkret ein Pan/Tilt Remotehead für DSLR Kameras entwickelt um diese über eine PHP Website steuern zu können. PHP ermöglicht die Steuerung von einem Gerät mit installiertem Browser ohne eine weitere Software installieren zu müssen.

Um diese Steuerung zu realisieren ist es geplant hardwareseitig auf Raspberry Pi® und ARDUINO® Mega zu setzen. Der ARDUINO® Mega übernimmt hierbei die Hardwaresteuerung der Motoren und der Raspberry Pi® wird als Webserver eingesetzt auf welchem die PHP Steuerung hinterlegt ist.

Der Source Code, der in dieser Arbeit entsteht, wird im Anschluss offengelegt, um do-it-yourself Projekten einen Leitfaden zur Erarbeitung eines Pan/Tilt Remoteheads zu bieten und als Grundlage für zukünftige Forschungen in diesem Gebiet zu dienen.

## 2 Einsatzgebiete

In diesem Kapitel werden die möglichen Anwendungsgebiete für PTZ Kameras, wobei PTZ für Pan, Tilt und Zoom steht, und Remoteheads anhand von Beispielen erläutert. So wird ein Überblick vermittelt, welche Bildgestaltungsmöglichkeiten aus dem Einsatz, solcher Systeme resultieren.

### 2.1 Statische Einsatzgebiete

Bei statischen Einsatzgebieten werden die Remoteheads fest auf Gerüsten oder Stativen befestigt und können von dort aus unterschiedliche Perspektiven liefern.

#### 2.1.1 Live Events

Im Konzert oder auch Konferenzbereich werden PTZ Kameras gerne aufgrund ihres kleinen Erscheinungsbildes genutzt, diese können oftmals in Bühnenkonstruktionen eingebaut werden. Da eine Person mehrere Kameras mit nur einem Bedienpanel steuern kann, ist es so möglich den Personalaufwand einer solchen Produktion, wie auch den dadurch entstehenden Kostenaufwand zu minimieren.

#### 2.1.2 Broadcast

Im Broadcastbereich werden PTZ Kameras, öfter jedoch Remoteheads für Kameras eingesetzt um Perspektiven zu erlangen, die sonst nicht möglich wären. Ein Beispiel hierfür wären Deckenkameras um das Geschehen aus der Vogelperspektive einzufangen und aus dieser Position flexibel zu bleiben um nahe oder totale Aufnahmen einzufangen. Durch Rotationen wird die Kamera auf diverse Blickpunkte gelenkt. Bei Koch- oder Tanzsendungen werden beispielsweise Kameras lotrecht zum Geschehen angebracht um Blick von oben auf die Kochzeile oder die Tanzformation einzufangen.

Im Dokumentarfilm werden oftmals Remoteheads eingesetzt, wenn es zu gefährlich wäre eine besetzte Kamera an der Position einzusetzen.

### 2.2 Bewegte Einsatzgebiete

Bei bewegten Einsatzgebieten wird die Schwenk- und Neigevorrichtung auf weitere bewegliche Vorrichtungen befestigt, um so die Position der Kamera zu verändern.

### **2.2.1 Kamerakran**

Ein klassischer Einsatzzweck für Schwenk und Neigevorrichtungen sind Kamerakräne, um die Kamera am Ausleger des Kranes bewegen zu können wird am Kamerakran ein Remotehead platziert, dieser wird vom Kranoperator mitbedient wird. Diese Vorrichtung kann manuell mit Seilzügen oder digital via Remotecontrol bedient werden.

### **2.2.2 Vollautomatisiertes Studio**

Bei täglich wiederkehrenden Livesendungen werden Remoteheads zunehmend auf selbstfahrenden Dollies eingesetzt. Die Fahrten sind automatisiert, da sich das Setting nicht ändert.(„PRODUKTION: SWR Aktuell sendet aus neuem Studio—Mebucom“, o. J.)

### **2.2.3 CAMCAT und SpiderCam**

Um bei Kamerafahrten auf Seilzugkamarasystemen, wie CAMCAT oder SpiderCam, die Kamera schwenken und neigen zu können, werden ebenfalls Remoteheads verwendet, wie im Video Making-of: Austrian Kickoff (<https://www.youtube.com/watch?v=ifHdtKXgFkl>) ersichtlich ist.

### **2.2.4 Kameradrohnen**

Ein weiteres Einsatzgebiet für Remoteheads sind Kameradrohnen, die oftmals eine eingebaute Schwenk/Neigevorrichtung bieten. So kann man, ohne die Flugbahn zu ändern, das gewünschte Objekt mit der Kamera einfangen.

# 3 Zielsetzung der Forschung

Immer mehr Produktionsfirmen setzen beim Filmen von Low-Budget Produktionen auf DSLR Kameras. Der große Vorteil dieser liegt primär in den Anschaffungskosten. Zusätzlich existieren Schwenk- und Neigekopfvorrichtungen für professionelle System- und Studiokameras, jedoch liegen diese Systeme oftmals kostentechnisch im fünfstelligen Eurobereich, womit sie für Low-Budget Produktionen nicht erschwinglich sind. Ebenso sind diese Systeme nicht einfach erweiterbar und bieten keine offene Programmier- und Hardwareplattform um sie zu adaptieren.

Ein wesentlicher Punkt für die Anschaffung solcher Systeme liegt darin, dass sie vielfältig einsetzbar sind wie in Kapitel 2 dargestellt. Ob die Steuerung des in dieser Arbeit entwickelten Remoteheads den Anforderungen entspricht und somit eine Einsatztauglichkeit für professionelle Filmaufnahmen gegeben ist, soll Ziel dieser Arbeit sein.

## 3.1 Literaturrecherche

Für die Auswahl der verbauten Komponenten sowie dem Stand der Technik wird Literatur der Elektromechnik herangezogen, sowie die Datenblätter der Hersteller der am Markt befindlichen Systeme analysiert. So ist es möglich sich einen Überblick zu verschaffen anhand dessen sich für die Konstruktion orientiert werden kann.

Durch Recherche in den einschlägigen Internetforen zum Thema Mikrocontroller und Einplatinenpcs können so diverse Lösungsansätze für die Programmierung herangezogen werden. Da ihre Funktionalität selten wissenschaftlich erarbeitet wurde, muss diese jedoch rein durch ein „Trial und Error“ Verfahren überprüft und festgestellt werden.

## 3.2 Experteninterviews

Obwohl Remoteheadsysteme schon über Jahrzehnte existieren, ist wenig Literatur zu diesem Thema verfügbar. Daher werden Experten aus den Branchen TV-Produktion und Veranstaltungstechnik herangezogen um Erfahrung aus der Praxis mit einfließen zu lassen. Die so erhaltenen Ergebnisse werden laufend in diese Arbeit mit eingebunden und bei der Umsetzung des Remoteheads integriert.

### **3.2.1 Erarbeitung der Expertenfragen**

Um auch die Ursprünge der Remoteheadsysteme erforschen zu können und es keinerlei Literatur zu diesem Thema gibt ist es erforderlich, die Experten zu den ihnen erstbekanntesten Systemen zu befragen und sie beschreiben lassen.

Aufgrund der hohen Anzahl der am Markt verfügbaren Systeme ist es von Vorteil sich von den befragten Experten Meinungen einzuholen, betreffend der Vor- und Nachteile, die sie in der Praxis gemacht haben. Um diese in die Entwicklung einfließen zu lassen.

Um eine nutzbare Benutzeroberfläche anbieten zu können und das Wissen aus den Datenblättern zu erweitern, werden die Experten befragt, welche Steuerelemente für sie essentiell sind.

Das Einsatzgebiet, das durch Remoteheads abgedeckt wird, soll auch durch die Aussagen der Experten erweitert werden um so die Vielfalt eines solchen Systems aufweisen zu können.

Insbesondere die Latenzzeit, die das System maximal haben darf, ist für einen Remotehead wesentlich, um einen professionellen Einsatz zu garantieren.

Weboberflächen konnten sich bis jetzt nicht durchsetzen, beziehungsweise sind sie nicht geläufig als Steuerung für Remoteheads, daher werden die Experten befragt welche Einsatzzwecke sie für solche Systeme sehen.

Die Antworten aus diesen Fragen werden als qualitative Anforderungen an Remoteheadsysteme herangezogen, um so feststellen zu können ob der Remotehead den Anforderungen der professionellen Videotechnik entspricht.

### **3.2.2 Qualitative Expertenbefragung**

Am Ende der Arbeit sollte eine qualitative Befragung von weiteren Experten stattfinden, die regelmäßig mit solchen Systemen konfrontiert sind. So soll die Einsatztauglichkeit des Remoteheads und dessen Weboberfläche in der professionellen Videotechnik festgestellt und Optimierungsmöglichkeiten aufgewiesen werden.

# 4 Stand der Technik

In diesem Kapitel werden bereits existente Systeme analysiert und so die Vor- und Nachteile ausgearbeitet, um analysieren zu können welche marktüblichen Konstruktionen und Anforderungen bestehen. Die Schwenk- und Neigesysteme lassen sich grundsätzlich in zwei Bauweisen differenzieren. Zum einen die sogenannten PTZ Kameras und die Kamera fest im Gehäuse verbaut ist. Zum anderen existieren Remoteheads, die ein fernsteuerbare Kameraköpfe sind, der motorisch bewegt werden.

## 4.1 Historischer Überblick

Die erste selbstständig bewegte Kameraführung fand im Jahr 1970 statt, damals als experimentelle Vorrichtung des kanadischen Künstlers Michael Snow, welcher damit fünf Tage lang auf einem Gipfel im nördlichen Quebec die Landschaft aufgenommen hat. Dieser Experimentalfilm trägt den Namen La Région Centrale. (Sauerwald, 2019)

Das erste belegbare Motion Control System mit motorisierter Technik wurde im Jahre 1976 für den Film Star Wars: Episode IV gebaut. Es besaß keinen Prozessor und sämtliche Logik wurde mit TTL Chips gerechnet. Dieses System hieß Dykstraflex, benannt nach dem Erfinder John Dykstra. Zur Steuerung dieser Vorrichtung stand ein Ziffernblock zur Verfügung. (Trenholm, o. J.)

C.A.M.S. Head ist ein bis zu sechs Achsen unterstützender Remotehead, dessen Achsen aus Pan, Tilt, Roll, Zoom, Blende und Fokus bestehen. Er wurde mit einer Steuerung von einem Kamerastativ aus bedient, als hätte der\_ die Operator\_in die Kamera vor sich. („Innovision Optics—Creative Ways of Imaging“, o. J.)

Laut Thomas Pinter, war das C.A.M.S. Head System das Erste, an das er sich erinnern kann und wurde in den 1980er Jahren vom österreichischen Rundfunk angeschafft. <sup>1</sup>

In dem im Jahr 2000 veröffentlichten Video Impressions of Vienna setzte Georg Riha, ein österreichischer Fotograf und Filmemacher, ein Gehäuse ein, das sich automatisiert bewegte, um aus diesem Fotos für Zeitrafferaufnahmen, beispielsweise vom Burgtheater, zu machen.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Pinter.

<sup>2</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Michael Ardelt.

## 4.2 PTZ Kameras

Der Vorteil eines solchen Systems bildet vor allem die Größe der Kamera inklusive Schwenk- und Neigevorrichtung, sowie die meist günstigeren Preise eines solchen Systems. Da die Kamera schon in das System integriert ist, entfällt die Möglichkeit des Objektivtausches.

### 4.2.1 Panasonic® AW-UE 150

Die Panasonic® AW-UE150 ist ausgestattet mit einem 1.0-Type UHD MOS Sensor, der ein sehr geringes Bildrauschen ermöglicht. Des Weiteren ist die Kamera mit einem optischen 20fach Zoom und 75,1 Grad horizontalen Blickwinkel ausgestattet. Die Kamera hat einen HDR Modus einen optischen Bildstabilisator und eine Crop Funktion, um so HD Bildausschnitte aus dem 4K Bild auswählen zu können. Die Kamera bietet eine 12G-SDI sowie eine HDMI Schnittstelle. Alternativ dazu steht ein FBAS-Ausgang zur Verfügung

Die Ansteuerung erfolgt entweder per Control Panel oder Webbrowser.



Abbildung 1. Panasonic AW-UE 150

### 4.2.2 Sony® BRC-X1000

Die Sony® BRC-X1000 bietet einen 1 Zoll UHD Bildsensor mit 30 Vollbildern pro Sekunde. Optisch ist die BRC-X1000 mit einer 12-fach Zoomoptik und 9,3 bis 111,6 mm Brennweite ausgestattet, wobei sich die Blende beim Zoom von F2,8 auf F4,5 reduziert. Sie bietet einen eingebauten ND Filter sowie die Möglichkeit von einem RCP Panel die Bildsteuerung vorzunehmen.

Anschlussseitig bietet die Kamera zwei Mal Dual-Link 3G-SDI und HDMI, sowie einen Genlockanschluss, um sie in den Studiotakt zu integrieren.

Zur Steuerung wird von Sony® eine IR-Fernbedienung mitgeliefert, bzw das RM-IP500 Panel empfohlen.

(„BRC-X1000 4K PTZ-Kamera—Sony Pro“, o. J.)



Abbildung 2. Sony® BRC-X1000

### 4.2.3 JVC® KY-PZ 100

Die JVC® KY-PZ100 ist mit einem 1/2,8 Zoll HD-CMOS Sensor ausgestattet, der ein maximales Videoformat von 1080p60 liefert. Die verbaute Optik bietet einen 30-fach Zoom von 4,3 bis 129 mm Brennweite mit einer variablen Blende im Zoombereich von F1,6 bis F4,7. Die Kamera bietet die Möglichkeit über WLAN und 4G-LTE Netzwerke gesteuert zu werden. Hierfür werden externe optionale Adapter von Drittanbietern benötigt. Die Steuerung erfolgt dann via Webbrowser oder mit dem RM-LP100 Des Weiteren enthält sie einen mit 1x 3G-SDI Anschluss sowie 1x HDMI Anschluss ausgestattet. („KY-PZ100BE Full HD PTZ Kamera mit Streaming und Aufnahmefunktion (schwarz) • JVC Deutschland“, o. J.)



Abbildung 3. JVC® KY-PZ100

## 4.3 Remoteheads

Bei sogenannten Remoteheads handelt es sich um eine Vorrichtung zur Montage von konventionellen Broadcast- oder Filmkameras. Diese ermöglichen Kameras aus der Ferne Schwenken und Neigen zu können.

Ein Vorteil solcher Systeme liegt vor allem darin die gleichen Kameraköpfe wie auf bemannten Kameras einsetzen zu können, welches das Matchen der Kameras erleichtert. Ein weiterer Vorteil bildet sich daraus, dass beim Wechsel zu einer neuen Technologie, wie beispielsweise 4K Video oder HDR der Schwenk und Neigearm bestehen bleiben kann und nur der Kamerakopf gewechselt werden muss. Durch den Einsatz von eigenständigen Kameraeinheiten bleibt die volle Kamerasteuerung über die CCU erhalten und ist nicht über ein Bedienpanel, das nicht alle Kamerafunktionen bietet, eingeschränkt. Ein Nachteil dieser Systeme ist oft, dass die Größe der Kamera den Aktionsradius dieser Geräte einschränkt, da diese sonst mit dem Gehäuse kollidieren würden.

### 4.3.1 Edelkrone® HeadPlus

HeadPlus von Edelkrone® ist ein motorisierter Schwenkneigekopf für Kameras bis 4,5 kg bei einem Eigengewicht von 2,2 kg. Die Steuerung erfolgt via Bluetooth mit einer Android™- oder iOS®-App. Für eine 360 Grad Rotation benötigt er gesamt 20 Sekunden. Der Schrittwinkel des HeadPlus beträgt 0,022 Grad. Es wird in diesem Remotehead auf ein spielfreies Schneckengetriebe gesetzt um so gleichmäßige Bewegungen zu erzielen. (Edelkrone, o. J.)



Abbildung 4. Edelkrone® HeadPlus

### 4.3.2 Vinten® Vantage

Vantage der Firma Vinten® ist ein Robotikkamerakopf der für sehr viele Studio oder ENG Kameras gebaut wird. Er bietet 355 Grad Pan und 90 Grad Tiltwinkel bei einer Tragkraft von 4,5 kg und einem Eigengewicht von 2,2 kg und ist somit für kompakte Broadcastkameras gebaut. Motorisierte Optiken werden von diesem Produkt direkt unterstützt. Für manuelle Optiken bei denen Zoom und Fokus nicht motorisiert sind, gibt es ein optionales Lens Drive Accessory, womit dem der Kameramann\_frau freie Hand über die verwendete Technik gelassen wird. Zur Steuerung wird das  $\mu$ VRC-Bedienpanel empfohlen oder HD-VRC, eine computerbasierte Steuerung mit SDI Capture Karten. („Vinten Vantage“, o. J.)

Für die Bewegungssteuerung von schwereren Kameras bietet Vinten® den FHR-35, der auch vom österreichischen Rundfunk verwendet wird. Dieses Modell ist für eine Tragkraft von 16 kg ausgelegt und ermöglicht es auch Box Objektive einzusetzen.



Abbildung 5. Vinten® Vantage

### 4.3.3 Arri® SRH-3

Der Arri® SRH-3 ist ein stabilisierter Pan/Tilt/Roll Remotehead. Dies bedeutet, dass er zusätzlich zur Neigung um die vertikale und horizontale Achse sich auch um die Längsachse der Kamera neigen kann. Er trägt bei einem Eigengewicht von 9 kg Lasten von bis zu 30 kg. Die maximalen Winkel betragen 540 Grad Pan, +60/-110 Grad Tilt und +/- 90 Grad Roll. Als Anschlüsse stehen zwei mal HD-SDI, ARRI LBUS und FS-CAN zur Verfügung. Die Kontrolle erfolgt über ein kabelloses Remotepanel, das mit Handrädern erweitert werden kann. (ARRI, o. J.)

### 4.3.4 Varizoom® Cinema Pro-K2

Der Cinema Pro-K2 ist ein mittelgroßer, Pan/Tilt Kamerakopf, der eine große Vielfalt an Bedienmöglichkeiten bietet. Der Kamerakopf wird mittels Bedienpanel, das über zwei Inputs mit Handrädern oder Pan-Griffen erweitert werden kann, gesteuert. Mit dem Panel ist es ebenfalls möglich ihn auf voreingestellte Presets zu fahren. Weiters gibt es die Jibstickremote die für den Einsatz auf Einmann-Kamerakränen. Der Cinema Pro-K2 hat ein Eigengewicht von ca. 40 kg und eine Traglast von ca. 23 kg. Er kann unlimitiert um jede Achse rotieren und hat eine Geschwindigkeit von 210 Grad/s. („Remote Camera Head | Motion Control Camera Systems“, o. J.)

Bei der Steuerung ist insbesondere die Möglichkeit zur Erweiterung mit Pan-Griffen zu erwähnen, da sie es dem\_der Operator\_in möglich machen den Pan/Tilt Head so zu steuern, als hätte er die Kamera vor sich. Hierzu wird ein Kamerastativ mit dem Inputpanel und der Pan-Griff Einheit, abgesetzt zum Remotehead, aufgebaut um so dem\_der Operator\_in ein Arbeitsumfeld zu bieten, das dem einer besetzten Stativkamera entspricht.



Abbildung 6. Varizoom Cinema Pro-K2 & Remote Control mit Pan-Griffen

### 4.3.5 Camera Revolution® Mini Libra

Mit einem anderen Design als die bisherigen Systeme, ist der Mini Libra versehen. Es handelt sich hierbei um einen stabilisierten Pan-, Tilt- und Rollremotehead der nicht wie der in 4.3.3 erwähnte Arri® SRH-3, einen geschlossenen Kreis für die Rollbewegung um die Kamera schließt sondern in eine Richtung offen ist. Dies ermöglicht den Einsatz von größeren Kameras und größerem Zubehör. <sup>3</sup>

Zur Steuerung stehen, wie auch beim zwei Achsenremotehead von Varizoom, Bedienpanel, Pan-Bar und Handräder zur Verfügung. Dieses Sortiment wird noch um einen absetzbaren Joystick erweitert

(„Mini Libra“, o. J.)



Abbildung 7. Mini Libra auf ein Auto geriggt

---

<sup>3</sup> Expertenbefragung Tom Pinter.

## 4.4 Bildwandler

Um die Systeme besser analysieren zu können wird in diesem Kapitel auf die technischen Unterschiede der in PTZ verbauten Bildwandlerchips sowie jenen von Broadcastkameras eingegangen. Bei diesen gibt es lediglich zwei grundsätzliche Bauformen CCD und CMOS.

In einem CCD Chip sind lichtempfindliche Halbleiterzellen in einer Zeile angeordnet. An den Zeilen wird, um sie auszulesen, Spannung hinter der Isolierschicht angelegt. Diese Spannung wird von Zelle zu Zelle weiter geschaltet und am Ende der Zeile ausgelesen. Jene Zeilen sind in der Pixelmatrix gesehen die eigentlichen Spalten, da man die kürzere Seite nutzt um so die Bildqualität zu erhalten, die beim Schalten von Zelle zu Zelle verschlechtert wird.

Der CMOS ist ein Standardbauteil der Halbleitertechnologie. In einem CMOS-Bildwandler sind pro Pixel eine Fotodiode mit CMOS-Transistoren zur Verstärkung verbaut. So können die Pixel einzeln ausgelesen werden und nicht nur zeilenweise. Der Nachteil eines CMOS Sensors liegt in einem schlechteren Signal-Rausch-Verhalten. Er kann jedoch höhere Kontraste verarbeiten.

Des Weiteren werden Kameras anhand der Anzahl der verbauten Chips unterschieden. Hier gibt es 1-Chip und 3-Chip Kameras.

Bei der 1-Chip Technologie wird, da der Bildwandler lediglich Licht-Intensitätsunterschiede auslesen kann, ein Farbmusterfilter vor dem Chip angebracht, um jedem Pixel eine Farbe zuweisen zu können. Diese Chips müssen demnach eine 3-fach höhere Auflösung besitzen als die Endauflösung des Bildformates. Daher steht jedem einzelnen Pixel weniger Oberfläche auf dem Chip zur Verfügung. Dies führt zu einem schlechteren Signal-Rausch-Verhalten. Bei der 3-Chip Technologie wird zuerst das einfallende Licht erst durch ein Farbprisma gebrochen, auf die Bildwandler aufgeteilt und daraus resultiert ein RGB-Signal.

Die Chipgrößen 2/3 Zoll, 1/2 Zoll und 1/3 Zoll unterscheiden sich, aufgrund des Größenunterschieds in ihrem Signalrauschabstand. Hier gilt zu erwähnen, dass dies nicht die tatsächliche Größe des Chips ist, sondern aus der Röhrenkameratechnik übernommene Röhrendurchmesserwerte sind, bei denen nur 63% der Fläche genutzt werden konnte. (Ebner, 2013, S. 90–93)

## 4.5 Remote Panels

Die Gemeinsamkeit der bisher genannten Kamerasysteme, ausgenommen der Edelkrone® HeadPlus, bestehen darin, dass sie über Remotepanels gesteuert werden können, die meist einen Joystick für Pan und Tilt bieten und einen sogenannten Rockerswitch oder Encoder für den Zoom. Sowie ein weiteres Encoderrad für den Fokus. Oftmals ist auch ein Kamerawahlschalter vorhanden um mehrere Kameras mit einem Remotepanel versorgen zu können. Sie werden per Netzwerk oder serieller Schnittstelle mit dem Remotehead verbunden, womit eine Haptik für die Bedienung der Kamera gegeben ist.



Abbildung 8. Sony® RM-IP500

Auf Abbildung 8. Sony® RM-IP500 ist eine Bedieneinheit für PTZ Systeme erkennbar. Dieser bietet auch Encoder für den Weiß- beziehungsweise Schwarzabgleich. Auf dem Ziffernblock können Presets abgespeichert werden, die das wiederholte Abrufen gespeicherter Kameraeinstellungen ermöglichen. Viele dieser Bedienpanele führen jedoch erhebliche Nachteile mit sich. Entweder bieten sie, wie der JVC RM-LP100, keine Möglichkeit zur Auswahl der in den Presets gespeicherten Werte oder wie am Beispiel des Sony RM-IP500 ersichtlich, lediglich eine gruppenweise Auswahl. Dies stellt sich insbesondere zum Nachteil heraus, wenn lediglich die Position, Zoom und Fokus gespeichert und die weiteren Parameter von einem Remotecontrolpanel wie es bei Kamerakontrolleinheiten von Systemkameras üblich ist gesteuert werden sollen. Bei Produktionen, die Outdoor stattfinden, kann dies beispielsweise hinderlich sein, wenn sich die Lichtverhältnisse aufgrund des Wetters ändern und deshalb alle Presets überarbeitet werden müssen. Von den genannten PTZ Kamerasystemen bietet lediglich das zur Panasonic® AW-UE150 zugehörige Bedienpanel die Möglichkeit die gesamte Bildsteuerung auf ein Bildtechnikpanel auszulagern.

Die Bedieneinheit eines Remoteheads ist aufgrund, der Einstellmöglichkeiten wesentlich simpler gestaltet. Auf der Oberfläche des Vinten® CP4 ist beispielsweise ein Joystick zur Steuerung der örtlichen Lage, ein Rockerswitch zur Zoomsteuerung angebracht und ein Rad für die Fokussteuerung. Diese Komponenten sind so angelegt, dass es möglich ist mit einer Hand die Positionsparameter und der anderen Hand die Objektivparameter zu steuern. Zum Überwachen der Parameter und zur Einstellung steht ein Touchscreen zur Verfügung.



*Abbildung 9. Vinten® CP4*

## 4.6 Weboberflächen

Die JVC® KY-PZ 100 bietet bereits eine Weboberfläche zur Steuerung, bei dem sich sowohl die Belichtungs-, Weißabgleichs-, Optik- und Bewegungseinstellungen von einem Webbrowser aus steuern lassen.



Abbildung 10. JVC® Webinterface

Es beinhaltet einen Geschwindigkeitsregler für Pan- und Tiltbewegungen sowie Zoom- und Fokusschritte mittels einfacher und intuitiver Schaltflächen.

Um ein Vorschaubild zu erhalten, ist es allerdings notwendig, einen der Ausgänge (HDMI oder HDSDI) auszuschalten. Im angezeigten Bild ist es auch möglich sich die Kameraparameter, im Stil der JVC® GY-HM850, anzeigen zu lassen. Jedoch hat diese Oberfläche eine in der Steuerung eine wesentlich spürbare Latenz.

## 4.7 Applikationen

Applikationen wie jene von Edelkrone® oder Vinten® bringen für den Endnutzer leider Einschränkungen auf das Endgerät, von denen sie bedient werden mit sich.

Die App von Edelkrone® setzt auf kabellose Verbindung zum Endgerät, dies ermöglicht eine komfortable Handhabung, schränkt jedoch die Distanz zur Remotecontrol ein. Die App ist mit Android™ und iOS®-Geräten kompatibel. Die Softwaresteuerung von Vinten® ist hingegen lediglich auf einem vorinstallierten Gerät erhältlich und kann nicht auf dem PC des Endnutzers betrieben werden.

# 5 Vergleich von PTZ Kameras und Remoteheads

Um Forschungsergebnisse aus dem Vergleich von PTZ Kameras und Remoteheads ziehen zu können, werden Experten befragt um so Erfahrungswerte aus der Praxis vorweisen zu können und die Recherche der bestehenden Systeme zu erweitern. Thomas Pinter und Richard Bayerl sind selbstständige lichtsetzende Kameramänner, die regelmäßig mit Remoteheads arbeiten. Robert Schunker ist professioneller Videotechniker, sowie Bildtechniker, im Bereich der Broadcasttechnik der regelmäßig mit PTZ Kameras vor allem der Marke Sony® arbeitet. Michael Ardelt setzt regelmäßig PTZ Kameras in der Veranstaltungstechnik ein. Thomas Völkl ist selbstständiger technischer Leiter, Bildmeister, Kameramann, Produzent sowie Bildregisseur. Er bedient regelmäßig das Produkt Vinten® Radamec FHR-35. Ein weiterer Befragter ist der Medientechnikfachmann Mathias Schopf. Einer der Befragten will aus persönlichen Gründen anonym bleiben, es darf allerdings gesagt werden, er ist professioneller Videotechniker bei einem österreichischen Fernsehsender. Ein zweiter anonymer Experte ist ebenfalls Videotechniker.

## 5.1 Größe und Gewicht

PTZ Kameras sind kompakt in der Baugröße. Aufgrund dessen lassen sie sich sich so unauffälliger positionieren.

„Domekameras kommen in der Regel nur bei sehr eingeschränkten Budgets zum Einsatz oder wenn die örtlichen Platzverhältnisse Remoteköpfe mit Systemkameras nicht zulassen. Anders bei Einsätzen für Überwachungsaufgaben oder bei Videoproduktionen, die unterhalb der für Broadcastproduktionen erforderlichen Qualitätskriterien.“<sup>4</sup>

Um die Montage der Remotehead Systeme an Gerüsten zu ermöglichen, ist es notwendig das Gesamtgewicht resultierend aus Remoteheadgewicht und Kameragewicht niedrig zu halten.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Völkl.

<sup>5</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Anonym1.

Durch die geringe Baugröße und die Kosteneffizienz stellen PTZ Systeme im Produktionsbereich mit geringen Budgets eine Alternative zu großen bemannten Systemkamerazügen dar.<sup>6</sup>

„Für die Veranstaltungstechnik sind PTZ Kameras dezenter in das Bühnenbild zu integrieren, leichter und kompakter. Sie amortisieren sich auch schneller aus wirtschaftlicher Sicht. In der Veranstaltungstechnik ist auch die Nutzungsdauer eine längere, denn solange nicht die restliche Infrastruktur für den Livebetrieb existiert, muss man noch auf die vermeintlich veraltete Technik setzen.“<sup>7</sup>

Es gilt daher das System nach den Produktionsanforderungen auszuwählen und sollte es örtlich erforderlich sein möglichst klein und unauffällig zu sein so empfiehlt sich die Wahl eines PTZ Systems.

## 5.2 Personalsparnis

Ebenfalls sind diese oft im Einsatz bei Produktionen, bei denen an den Personalkosten gespart werden muss, jedoch wird hierbei des Öfteren vergessen, dass eine Person zwar mehrere Kameras bedienen kann, jedoch dies nicht gleichzeitig, daher sind diese statisch im Einsatz. Weiters ergänzt Schopf, dass oftmals nicht vollständig durchdacht wurde, da es einer Person nicht möglich ist mehrere Kameras gleichzeitig zu schwenken.<sup>6</sup>

Bei Veranstaltungen werden oftmals PTZ Systeme eingesetzt, da sie vom Bildmeister mitbetreut werden können, wenn sie statisch bleiben.<sup>7</sup>

Somit kann man sagen, dass oftmals eine wirtschaftliche Entscheidung ist bei einer Produktion ein PTZ System einzusetzen und weniger eine Frage der Bildästhetik.

## 5.3 Steuerung

Während für die Steuerung von PTZ Systemen oftmals lediglich ein Bedienpanel für sämtliche Kameraparameter notwendig ist, wird beim Einsatz von Remoteheads noch eine zusätzliche Steuerungseinheit zur Steuerung der Bildparameter benötigt.

---

<sup>6</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Mathias Schopf.

<sup>7</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Michael Ardelt.

Essentiell für die Steuerung eines Remoteheads ist der Zugriff auf die Grundparameter Pan-, Tilt-, Zoom- und Fokus darüber sind auch alle Experten sich einig.

Aus dem Interview mit Thomas Pinter geht zusätzlich hervor, dass eine Steuerung der Geschwindigkeiten für die unterschiedlichen Achsen wünschenswert wäre.

Bei kostengünstigen PTZ Remotecontrolsystemen ist nicht die vollständige Menüführung ausführbar, entsprechende Tasten wie die „Enter“-Taste fehlen.<sup>8</sup>

„Der Sony RM-IP500 bietet beispielsweise keine Möglichkeit die Blende nicht in den Presets mitzuspeichern, es sollte ein Feature sein und keine Einschränkung.“<sup>9</sup>

## 5.4 Flexibilität

Während es bei PTZ Systemen kaum Erweiterungsmöglichkeiten gibt, sind Remoteheads, in ihrer Funktion als reine Schwenk- und Neigevorrichtung, wesentlich flexibler einsetzbar.

Bei Remoteheads ist es möglich eine Vielzahl von Equipmentkombinationen einzusetzen.<sup>10</sup>

Bei der Anschaffung neuer Kameras, können Remoteheads bestehen bleiben und bieten so eine längere Lebensdauer und eine leichtere Investitionsplanung. Sie bieten auch eine breite Vielfalt Zubehör, wie beispielsweise Filter, Wechselobjektive und Rotlicht. Reaktion erfolgt bei Remoteheads in Echtzeit, eine defekte Kamera kann getauscht werden und je nach Einsatzzweck die Kamera gegen jene anderer Hersteller getauscht werden.<sup>11</sup>

## 5.5 Anschaffungskosten

PTZ Systeme sind meist günstiger in den Anschaffungskosten, die bei 700 bis 10.000 Euro liegen. Jedoch sind sie im Zeitraum der wirtschaftlichen Einsetzbarkeit beschränkt, da sie bei einer Systemumstellung in der Kameratechnik vollständig getauscht werden müssen.

---

<sup>8</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Mathias Schopf.

<sup>9</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Robert Schunker.

<sup>10</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Pinter.

<sup>11</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Vökl.

Remoteheads beginnend mit jenem von Edelkrone® starten in einer Preisklasse von 1.699 Euro, der FHR-35 von Vinten® schlägt mit 15.660 US-Dollar zu Buche und der Varizoom® CinemaPro kostet 28.990 US-Dollar.

## 5.6 Bildqualität

Da PTZ Kameras meist 1-Chip Systeme sind, haben sie in der Bildverarbeitung meist einen geringeren Signal-Rauschfaktor. Oftmals sind diese Systeme mit CMOS-Sensoren ausgestattet wie die Beispiele in Kapitel 4.2 zeigen und bieten daher naturgemäß ein Bild mit geringerem Signal-Rauschabstand.

Bei billigen Systemen sind oft lichtschwache Sensoren eingebaut, welche bei schwachem Licht sehr schlechte Bilder liefern.<sup>12</sup>

Hingegen sind bei Broadcastkameras wie jenen der Firma Ikegami®, Sony® oder Panasonic® drei 2/3 Zoll CMOS-Chips verbaut. Diese Tatsache ergibt rauscharme Bilder.

## 5.7 Conclusio aus den Expertenfragen

PTZ Systeme kommen zum Einsatz, wenn nicht zwingend Broadcast Qualität gefragt ist oder es die örtlichen Gegebenheiten nicht anders zulassen. Um so Produktionen mit einem Personalminimum und auch eines Kostenminimums realisieren zu können. Auch bei vollautomatischen Produktionen kommen diese Systeme gerne zum Einsatz.

Im Broadcastbereich und wenn es um Geschwindigkeit geht, ist ein Remoteheadsystem angebrachter. Es bietet neben einer Vielzahl von Zubehör und der größeren Traglast, eine hohe Servicefreundlichkeit, da die mechanischen Komponenten getauscht werden können.<sup>13</sup> Durch den Einsatz mit Studiokameras ist mit Remoteheads das bessere Bild zu erzielen. Das Einsatzgebiet ist im Bereich der Sportveranstaltungen, beim Einsatz in Kombination mit Kamerakränen als auch in automatisierten Studios anzusehen.

Die Steuerung sollte die Bewegungsparameter der Remoteheads beinhalten, sowie Zugriff auf Steuerungselemente der Kamera bieten und intuitiv bedienbar sein.

Das wichtigste genannte Element der Experten ist die Latenz der Steuerung. Sie ist ausschlaggebend für das Produkt. Ein wenig differenzierten sich zwar die

---

<sup>12</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Mathias Schopf.

<sup>13</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Vökl.

Aussagen zwischen wenigen Millisekunden und einer Zehntelsekunde, jedoch ist es somit notwendig im Bereich unterhalb 0,1 Sekunden zu bleiben. Den von Schopf genannten Punkt bezüglich der „On Screen Display“-Menüführung entfällt bei dieser Arbeit, da DSLR Kameras diese Funktion nicht bieten. Ebenso die von Schunker genannten Punkte betreffen Paint und Knee Elemente, da diese Funktionen lediglich bei Broadcastkameras existieren.

Des Weiteren ist noch zu erwähnen, dass die Experten Broadcastkameras für den Einsatz auf Remoteheads bevorzugen. Jedoch können die in diesem Projekt angedachten DSLR Kameras ebenfalls ein Wechselobjektivsystem vorweisen. Dies war ein Punkt, den die Experten als Vorteil von Remotehead Systemen mit Studiokameras aufzeigten.

# 6 Die Hardware- und Softwareanalyse

Die Komponenten die für den PHP-steuerbaren Remotehead für DSLR Kameras, notwendig sind werden im folgenden Kapitel analysiert und ausgearbeitet. Es wird außerdem festgestellt welche sich hierfür am besten eignen. Zur Auswahl der Komponenten ist es wesentlich für festzulegen welches Gewicht der Remotehead bewegen muss, um so die maximale bewegbare Last für das System festzulegen, sowie den maximalen Neigungswinkel. Dabei spielen Faktoren wie Kameragewicht, Kameragröße, Objektivgewicht und Objektivgröße eine entscheidende Rolle, mit diesen kann nämlich die Kraft, welche die Motoren aufbringen müssen, berechnen. Die Größe des Remoteheads, richtet sich nach den Kameragrößen, um die größtmögliche Vielfalt an DSLR-Kameras zu unterstützen.

## 6.1 Die Motoren

Wesentliche Kernelemente für die Bewegung sind die Elektromotoren der Schwenk- und Neigevorrichtung. Aufgrund dessen ist die Wahl des Motors ausschlaggebend für das Endergebnis.

### 6.1.1 Schrittmotor

Schrittmotoren sind ein digital elektromechanischer Antrieb. Ein sogenannter „Pulse“ bewegt den Rotor um einen bestimmten Winkel, den Schrittwinkel. Sie werden universell in der Industrie eingesetzt. Aufgrund ihres hohen Drehmoments bei niedrigen Geschwindigkeiten, der universellen Einsatzzwecke und der hohen Zuverlässigkeit, werden sie universell in der Industrie eingesetzt. (Aranjo, Soori, & Talukder, 2012)

Der Motor selbst kann jedoch wegen der schrittweisen Steuerung um die Endposition oszillieren und gegebenenfalls durch die Last des zu Bewegenden Objekts, Schritte überspringen. (Bendjedia, Ait-Amirat, Walther, & Berthon, 2012)

Durch die Steuerung der Schritte lässt sich eruieren, ausgehend von einer unbekanntem Startposition, welche Strecke der Motor zurückgelegt hat, ohne zusätzliche Elektronik zu benötigen. Jedoch kann so nicht die genaue Position bestimmt werden.

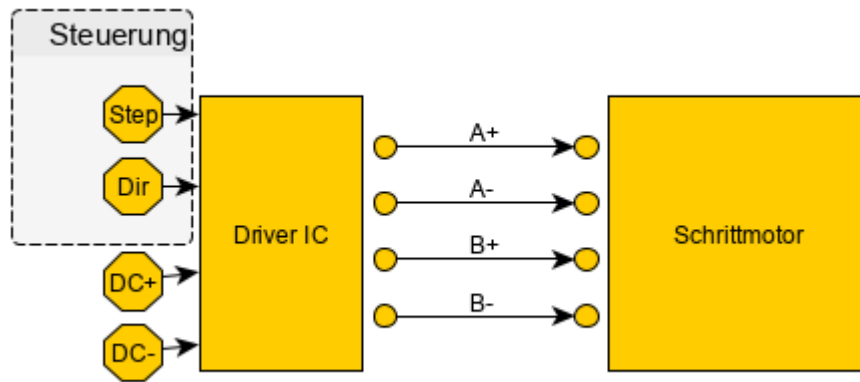


Abbildung 11 Beispiel einer Schrittmotorsteuerung

### 6.1.2 Gleichstrommotor

Der Gleichstrommotor besteht aus einem Stator und einem Rotor. Der Stator hat hierbei eine fixe Anordnung der Magnetpole, die entweder permanent magnetisiert oder elektrisch erregt werden. Der Rotor trägt die seriell geschalteten Spulen. Diese wiederum werden über die auf dem Kommutator schleifenden Bürsten mit Strom versorgt. Durch die Anordnung der Spulen wird sichergestellt, dass der zugeführte Strom jeweils unter dem magnetischen Nord- beziehungsweise Südpol liegt und alle Ströme der Drehmomentbildung dienen. (Höger, 2002, S. 25)

Gleichstrommotoren bieten im Gegensatz zu anderen konventionellen Motoren ein höheres Drehmoment, bessere dynamische Reaktion und eine höhere Effizienz, sowie den Vorteil, dass keine Ansteuerung des Stromes notwendig ist. Des Weiteren besitzen sie ein hohes Drehmoment zu Eigengewicht Verhältnis. (Tir et al., 2017)

Die Steuerung eines Gleichstrommotors erfolgt über die sogenannte „H-Brücke“, die ein pulsweitenmoduliertes Signal in Spannung zur Steuerung des Gleichstrommotors umwandelt. (Adel, Hamou, & Abdellatif, 2018)

Um den Winkel des Rotors feststellen zu können benötigt man allerdings zusätzliche Elektronik wie einen Rotationsencoder oder ein Endlospotentiometer.

### 6.1.3 Servo Motor

Servo Motoren haben eine hohe Genauigkeit, bezüglich des Stellwinkels. Dies wird erreicht durch einen Encoder, der im Motor verbaut ist und die Differenz des aktuellen und des geforderten Winkels vergleicht. (Bhargava & Kumar, 2017)

Servomotore werden über Pulsweitenmodulation am vorgesehenen Anschluss kontrolliert und benötigen auf den weiteren zwei Anschlüssen lediglich eine Spannungsversorgung.

## 6.2 ARDUINO®

ARDUINO® ist eine Open Source Plattform, die gegründet wurde, um Bastlern, Embed System Fachkräften und Open Source Hardware Entwicklern eine Plattform zu bieten und verschiedene Sensoren und Aktuatoren einzusetzen. ARDUINO® wurde schließlich so bekannt, dass in den ersten zehn Jahren bereits eine Million ARDUINO® Boards verkauft wurden.

Die ARDUINO® Boards sind plattformunabhängig. Sie funktionieren dementsprechend unter Windows®, Linux® und Mac OS®. Dies macht einen Unterschied zu anderen Boards, die zumeist lediglich in Kombination mit Windows® funktionieren. Der Preis für ARDUINO® Boards ist, verglichen mit anderen Microcontrollern, günstig, da sie unter 50 US-Dollar erhältlich sind. Die einfache Programmierung mittels der ARDUINO® Programmierumgebung, die schon in der Basisinstallation viele Bausteine enthält. Da ARDUINO® Boards als Open Source Hardware bereitgestellt werden, haben sich auch zahlreiche andere Hersteller Boards wie die von ARDUINO® in deren eigenen Designs produziert. Die ARDUINO® IDE ist eine Open Source Software in der mit C++ programmiert wird, daher können zahlreiche bestehende C++ Bausteine verwendet werden. (Anand Nayyar & Vikram Puri, 2016)

### 6.2.1 Analog Inputs

Die analogen Inputs eines ARDUINO® Boards werden beispielsweise verwendet um die Spannungsdifferenz eines Potentiometers zu messen, wobei 1.024 Werte zur Verfügung stehen. Hierzu werden 5 Volt an einen Pin des Potentiometers und Masse am zweiten Pin angelegt. Der Schleifkontakt auf einem analogen Input gibt somit die geteilte Spannung aus die der ARDUINO® entsprechend Messwert 0 = Masse und 1023 = 5 Volt ausliest.

### 6.2.2 PWM Output

Die pulswweitenmodulierten Outputs des ARDUINO® werden in der IDE als AnalogWrite() angesteuert, der insgesamt 255 Werte erlaubt. (Biswas, Hosain, & Rahman, 2017, S. 824–825)

Diese werden beispielsweise verwendet, um sogenannte H-Brücken anzusteuern, die wie bereits in 6.1.2 erwähnt das PWM Signal zur Steuerung eines Gleichstrommotors umsetzen.

### 6.2.3 Digitale I/O Schnittstellen

Digitale I/O Schnittstellen werden verwendet um digitale Zustände 1 oder 0 zu senden oder zu empfangen. Der Zustand 1 auch „HIGH“ genannt entspricht 5 Volt während der Zustand 0 oder auch „LOW“ genannt 0 Volt darstellt.

Übliche Anwendungen hierfür sind inputseitig Taster und outputseitig Signal-LEDs oder Optokoppler Schaltungen. („Nr.06 Taster am Arduino | Funduino—Kits und Anleitungen für Arduino“, o. J.)

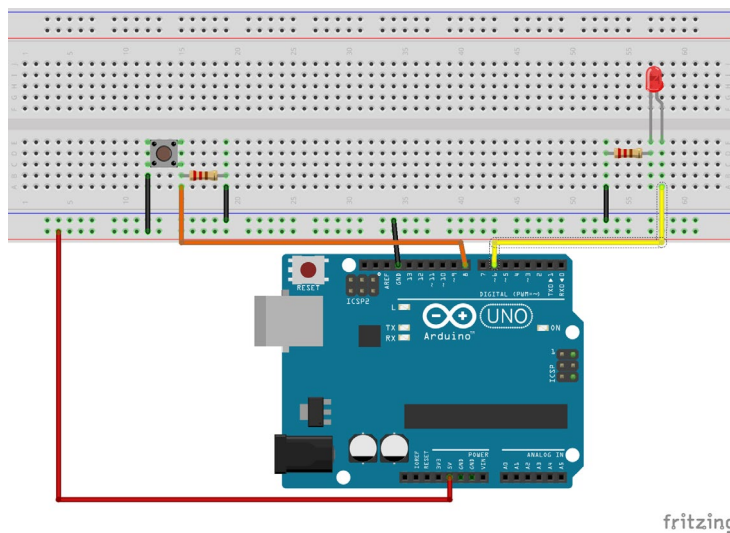


Abbildung 12 Einfache ARDUINO® digital IO Schaltung

### 6.2.4 UART Schnittstellen

UART steht für Universal asynchronous Receiver und Transmitter und ist die serielle Schnittstelle von Mikrocontrollern und Computern. Das Signal wird durch die Baudrate, Stopbit und Paritybit. Die Hauptbestandteile einer UART Schnittstelle sind der Baudrategenerator sowie die Transmit- und Receivecontrol. (Nanda & Pattnaik, 2016, S. 1)

### 6.2.5 Vergleich von ARDUINO® UNO und ARDUINO® Mega2560

BOARD	ARDUINO® UNO	ARDUINO® MEGA2560
OPERATING VOLTAGE	5V	5V
INPUT VOLTAGE (RECOMMENDED)	7-12V	7-12V
INPUT VOLTAGE (LIMIT)	6-20V	6-20V
DC CURRENT PER I/O PIN	20mA	20mA
DIGITAL I/O PINS	14	54

<b>PWM DIGITAL I/O PINS</b>	6	15
<b>ANALOG INPUT PINS</b>	6	16
<b>FLASH MEMORY</b>	32kB/0,5kB Bootloader	256kB/8kB Bootloader
<b>SRAM</b>	2kB	8kB
<b>EEPROM</b>	1kB	4kB
<b>CLOCK SPEED</b>	16MHz	16MHz
<b>UART PORTS</b>	1	4

Tabelle 1 Vergleich ARDUINO® UNO&MEGA2560 („Arduino Mega 2560 Rev3“, o. J.) & („Arduino Uno Rev3“, o. J.)

Aus dieser Tabelle lässt sich herauslesen, welche Vorteile der ARDUINO® Mega gegenüber dem ARDUINO® UNO liefert. So stehen beispielsweise neun weitere pulswellenmodulierte Ausgänge, drei UART Schnittstellen und digitale Anschlüsse zur Verfügung.

## 6.3 Raspberry Pi®

Der Raspberry Pi® wurde von der Raspberry Pi® Foundation 2011 auf den Markt gebracht und konnte ab 2012 in größeren Stückzahlen geliefert werden. Der Anstoß für die Entwicklung des Raspberry Pi® war die Idee eines Computers, der weniger als 25 US-Dollar kosten würde, zu bauen, um jungen Leuten eine Einstiegsplattform des Programmierens zu bieten. (Severance, 2013)

Der Raspberry Pi® bietet einen Micro SD Slot, einen Pi Kameraanschluss, einen HDMI Anschluss, vier USB Schnittstellen, einen Netzwerkanschluss, einen 3,5 mm Klinkeanschluss sowie 32 GPIO Schnittstellen.

Es wird das Betriebssystem auf die Micro SD Karte gespeichert und bei der Installation wird die Partition expandiert auf die gewünschte Speichergröße. Der Raspberry Pi® ist klein kompakt und leicht. Die Stromversorgung erfolgt über ein handelsübliches Micro-USB Netzteil mit Strom versorgt.

## 6.4 Betriebssystem

Raspbian ist das auf dem Raspberry Pi® meist installierte Betriebssystem, da es von der Raspberry Pi® Foundation unterstützt wird und von Grund auf für das Zusammenspiel mit der Raspberry Pi® Hardware optimiert wurde. Bei Raspbian handelt es sich um eine Debian GNU/Linux® Distribution mit einer grafischen

Benutzeroberfläche, welche den Vorteil einer hervorragenden Einsteigerfreundlichkeit aufweist. Die große Akzeptanz unter den Usern hat auch zu einer aktiven Community geführt, welche die Distributionen pflegt und laufend weiterentwickelt. Das Betriebssystem kommt in der voll ausgestatteten Variante mit einer GUI und einigen vorinstallierten Programmen, die den Einstieg in die Programmierung erleichtern sollen zur Verfügung gestellt. Beim Kernelupdate auf Version 4 wurde die Leistung verbessert und neue Funktionen vorinstalliert wie zum Beispiel grafische Konfigurationsmenüs und eine Auswurfschaltfläche zum sicheren Entfernen von USB-Sticks. Weiters wurde die Wiedergabe von Videodateien mittels VLC-Player beschleunigt. („Seite 2: Das Standardsystem: Raspbian (und abgespeckte Varianten)“, o. J.)

Die aktuelle Version des Betriebssystems, der Raspbian Buster, ist mit dem Linux® Kernel 4.19.57 ausgestattet, in dem die Auswahl des Videoausganges verbessert, sowie die Bildwiederholrate für Monitore um ein Auswahlmenü erweitert wurde.

Der Raspberry Pi® mit Raspbian wird in dieser Arbeit als Schnittstelle zwischen Website zur Steuerung und der Hardware fungieren.

## 6.5 Webserver

Um einen Webserver auf einem Raspberry Pi® zu installieren sind mehrere Pakete notwendig, dies wären Apache und PHP. MySQL das früher zum Paket LAMP gehörte, wird seit Raspbian buster nicht mehr unterstützt.

Das Apache-http-Projekt ist ein kollaborativer Softwareentwicklungserfolg, der darauf abzielt eine robuste, handelsübliche, funktionsreiche und freierhältliche Quellcodeimplementierung eines HTTP-basierenden-Webserver anzubieten. („Welcome! - The Apache HTTP Server Project“, o. J.)

PHP ist eine serverseitige Skriptsprache, die es ermöglicht dynamische Webseiten zu erstellen. PHP enthält HTML Code zur Darstellung. (Nikhila, 2017, S. 1076)

PHP ist laut builtwith.com mit 32% die am weitesten verbreitete Website Framework Technologie gefolgt von ASP.NET mit 11%. („Framework technologies Web Usage Distribution“, o. J.)

Der Ablauf zur Verarbeitung von PHP baut sich wie folgt auf, das Endgerät sendet eine Anfrage, auch Request genannt, an den Webserver und dieser übermittelt die zur Darstellung benötigten Daten an das Endgerät. Nun übermittelt das Endgerät einen Befehl an den Server mittels auf der Website integrierter Schaltfläche und Funktionen, so führt dieser einen hinterlegten Code aus. Da PHP eine serverseitige Skriptsprache ist können somit Befehle auf dem Server ausgeführt

werden, wie beispielsweise die Ansteuerung von serverseitiger Hardware. Ebenso kann der Server Daten in der Darstellung ändern wie beispielsweise Messwerte. Auf Seite des Nutzers übernimmt die Datenverarbeitung

## **6.6 Canon® DSLR Kameras**

DSLR Kameras werden der Veröffentlichung der Canon® 5D MKII zum Filmen verwendet. Der Grund hierfür war, dass mit der Filmfunktion der 5D MKII eine Kamera mit 35 mm Video-Chip zu einem kostengünstigen Preis erhältlich war. Die Kosten für das Konkurrenzprodukt auf dem Videomarkt von Canon® die C500, beliefen sich auf 25.000 US-Dollar. (Lancaster, 2013, S. xxv)

### **6.6.1 Gehäuse**

Aktuelle DSLR Kameras bieten ein kompaktes Gehäuse, das leicht in Riggs verbaut werden kann. HDMI Anschlüsse, USB Schnittstellen und Mikrofonanschlüsse sind ebenfalls vorhanden, zusätzlich finden sich Features wie bei der Canon® 5D MKIII ein Timecodeanschluss.

Der Blitzschuhanschluss lässt sich ebenso für Videozubehör wie Audiofunkempfänger oder Richtmikrofonhalterungen verwenden.

Die derzeit größte Canon® DSLR Kamera am Markt ist zurzeit die Canon® EOS 1D X MKII mit einer Baugröße von 15,8 cm Breite, 16,76 cm Höhe und 82,6 mm Tiefe. Mit einem Gewicht von 1,380 kg ist sie aber auch die schwerste DSLR Kamera von Canon. (Canon, o. J.)

### **6.6.2 Chipgröße**

Der verbaute Chip ist selbst bei den kleineren APS-C Chips, größer als der bei Broadcast und Studiokameras gängige 2/3 Zoll Chip. Welche Auswirkungen dies unter welchen Bedingungen hat, findet sich in der folgenden Tabelle gut dargestellt. Es handelt sich bei einer DSLR Kamera um ein Gerät der 1-Chip-CMOS-Technologie und hat somit den Nachteil des geringeren Signal-Rausch-Abstandes.

<b>Ausgangslage</b>	Kleinbildsensor	Crop-Sensor
<b>gleicher Standort, gleiche Brennweite, gleiche Blendenzahl</b>	gleiche Perspektive, grösserer Bildwinkel, grösserer Bildausschnitt, grössere Schärfentiefe	gleiche Perspektive, kleinerer Bildwinkel, engerer Bildausschnitt, kleinere Schärfentiefe
<b>gleicher Bildausschnitt, gleiche Brennweite, gleiche Blendenzahl</b>	Standort näher, grösserer Bildwinkel, steilere Perspektive, kleinere Schärfentiefe	Standort entfernter, kleinerer Bildwinkel, flachere Perspektive, grössere Schärfentiefe
<b>gleicher Standort, gleicher Bildausschnitt, gleiche Schärfentiefe</b>	gleiche Perspektive, längere Brennweite, gleicher Bildwinkel, grössere Blendenzahl	gleiche Perspektive, kürzere Brennweite, gleicher Bildwinkel, kleinere Blendenzahl
<b>gleicher Standort, gleicher Bildausschnitt, gleiche Blendenzahl</b>	gleiche Perspektive, längere Brennweite, gleicher Bildwinkel, kleinere Schärfentiefe	gleiche Perspektive, kürzere Brennweite, gleicher Bildwinkel, grössere Schärfentiefe

<b>gleicher Standort, gleiche Brennweite, gleiche Schärfentiefe</b>	gleiche Perspektive, grösserer Bildwinkel, grösserer Bildausschnitt, kleinere Blendenzahl	gleiche Perspektive, kleinerer Bildwinkel, engerer Bildausschnitt, grössere Blendenzahl
---	---	--

Tabelle 2. Auswirkungen der Chipgröße auf den Bildinhalt Objektiv

### 6.6.3 Objektive

Ein weiterer Vorteil der DSLR Kameras sind die wechselbaren Objektive. Hier bieten sowohl Canon® als auch weitere Hersteller ein breites Sortiment.

Grundsätzlich ist beim Aufbau der Objektive für Canon® DSLR Kameras zu sagen, dass es keine Motorisierung der Zoomfunktion gibt, jedoch aufgrund des Autofokus der Fokus oftmals motorisiert ist.

Canon® bietet EF Objektive, die seit dem Jahr 1987 produziert werden an. Diese waren die ersten die den Fokusbildmotor nicht in der Kamera, sondern im Objektiv verbaut hatten. EF Objektive sind mit jeder DSLR Kamera von Canon® kompatibel. Als EF-S werden die Objektive für Crop Sensor Kameras bezeichnet. („Canon Objektive – Kompatibilitätsleitfaden—Technischer Leitfaden für Objektive—Canon Österreich“, o. J.)

Des Weiteren beinhaltet das Sortiment von Canon® in ihrem Sortiment Cinema Lenses für diverse Filmaufnahmen an. Diese sind ausgestattet mit einer 11 Blatt-Iris, sind kleiner und leichter als konventionelle Linsen und haben eine Innenfokussierung, damit beim Fokussieren der Bildausschnitt nicht verändert wird. („Cinema-Objektive – 4K-Objektive—Canon Österreich“, o. J.)

Die Film Objektive können ein Gewicht von bis zu 5 kg aufweisen, ein Fakt, der sich auf die Antriebstechnik des Remoteheads auswirkt.

### 6.6.4 Beispiele für Filme die gänzlich oder teilweise mit DSLR Kameras gedreht wurden

Dr House (2010) – Canon® 5D MKII („Canon EOS 5D Mark II shoots ‘House’ season finale—Canon Professional Network“, o. J.)

Act of Valor (2012) – Canon® 5D MKII (Lancaster, 2013, S. xv)

Meru (2015) – Canon® 5D MKIII

The Forbidden Room (2015) – Sony® F3 & Canon® 5D MKIII

Love Song (2016) – Canon® 7D

Hooligan Sparrow (2016) – Canon® 60D

The Shining Star of Losers Everywhere – Canon® C100 & Canon® 5D

(Lancaster, 2013, S. xxiii)

### **6.6.5 Einsatzgebiete für DSLR Kameras**

Aus den Experteninterviews werden die Einsatzgebiete der DSLR Kameras ermittelt und so kann in Folge auch das Einsatzgebiet des in dieser Arbeit generierten Remoteheads festgelegt werden.

DSLR Kameras sind eine kostengünstige Alternative zu Cinemakameras und ähnlicher Bildgestaltung sie ermöglichen Aufnahmen wie in großen Filmproduktionen, vorwiegend werden damit Kunden im Low-Budget Bereich bedient. So haben auch KMU's die Möglichkeit hochwertig aussehende Werbefilme zu erhalten. Weiters gehören zu den Anwendungszwecken Urlaubs- und Dokumentarfilme. Man kann behaupten, dass die Möglichkeit mit DSLR Kameras Videoaufzeichnungen zu machen die Branche revolutioniert hat. <sup>14</sup>

Ebenfalls werden Musikaufzeichnungen und Kabarets mit DSLR Kameras aufgezeichnet.<sup>15</sup> Jedoch ist anzumerken, dass sie schwer synchronisierbar sind und im Dauereinsatz leicht überhitzen<sup>16</sup>

Zudem haben sie unterschiedliche Codecs, Auflösung sind meist nicht justierbar und dies macht eine nachträgliche Farbkorrektur notwendig.<sup>17</sup>

Somit kann aus den Expertenfragen die DSLR Kamera betreffend die Conclusio gezogen werden, dass DSLR Kameras hauptsächlich eingesetzt werden, wenn das Budget es voraussetzt und jedoch ein cinematographisches Videobild gefordert ist. Dies betrifft vorwiegend Musikvideos, Werbung und Dokumentationen.

---

<sup>14</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Mathias Schopf.

<sup>15</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Pinter.

<sup>16</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Anonym2.

<sup>17</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Völkl.

## 6.7 Kamerasteuerung

Sowohl Nikon® als auch Canon® stellen eine Software zur Verfügung, mit der es möglich ist die Kamera zu steuern. Jedoch gibt es diese Software nicht für linuxbasierte Betriebssysteme. Aus diesem Grund ist es möglich diese Funktionen mit einer Software namens gPhoto anzusteuern. Das gPhoto2 Paket enthält Funktionen zur Kommandozeilensteuerung.(„Controlling your camera from your computer with gPhoto“, 2008)

Canon EOS 1000D	Full Control
Canon EOS 100D	Full Control
Canon EOS 10D	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS 1100D	Full Control
Canon EOS 1200D	Full Control
Canon EOS 1300D	Full Control
Canon EOS 1D C	Full Control
Canon EOS 1D Mark III (PTP mode)	Full Control
Canon EOS 1D Mark IV	Full Control
Canon EOS 1D X	Full Control
Canon EOS 1D X MarkII	Full Control
Canon EOS 2000D	Full Control
Canon EOS 200D	Full Control
Canon EOS 20D (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS 300D (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS 30D (PTP mode)	Image Capture, Trigger Capture, Configuration
Canon EOS 350D (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS 4000D	Full Control
Canon EOS 400D (PTP mode)	Image Capture, Trigger Capture, Configuration
Canon EOS 40D (PTP mode)	Full Control
Canon EOS 450D (PTP mode)	Full Control
Canon EOS 500D	Full Control
Canon EOS 50D	Full Control
Canon EOS 550D	Full Control
Canon EOS 5D (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS 5D Mark II	Full Control
Canon EOS 5D Mark III	Full Control
Canon EOS 5D Mark IV	Full Control
Canon EOS 5DS	Full Control
Canon EOS 5DS R	Full Control
Canon EOS 600D	Full Control
Canon EOS 60D	Full Control
Canon EOS 650D	Full Control
Canon EOS 6D	Full Control
Canon EOS 6d Mark II	Full Control
Canon EOS 700D	Full Control
Canon EOS 70D	Full Control

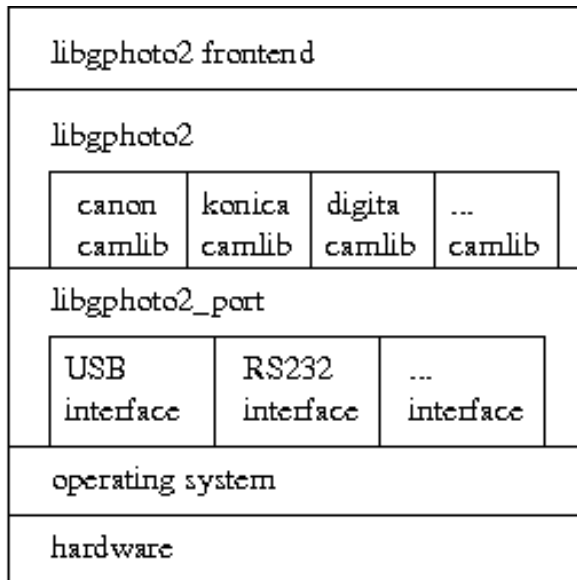
Canon EOS 750D	Full Control
Canon EOS 760D	Full Control
Canon EOS 77D	Full Control
Canon EOS 7D	Full Control
Canon EOS 7D MarkII	Full Control
Canon EOS 800D	Full Control
Canon EOS 80D	Full Control
Canon EOS D30	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS D60	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS Digital Rebel (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS Digital Rebel XTi (PTP mode)	Image Capture, Trigger Capture, Configuration
Canon EOS Kiss Digital (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS Kiss Digital N (normal mode)	Image Capture, Liveview, Configuration
Canon EOS Kiss Digital X (PTP mode)	Image Capture, Trigger Capture, Configuration
Canon EOS Kiss X2 (PTP mode)	Full Control
Canon EOS Kiss X3	Full Control
Canon EOS M10	Full Control
Canon EOS M100	Full Control
Canon EOS M2	Full Control
Canon EOS M3	Full Control
Canon EOS M5	Full Control
Canon EOS M50	Full Control
Canon EOS M6	Full Control
Canon EOS R	Full Control
Canon EOS Rebel T1i	Full Control
Canon EOS Rebel T6	Full Control
Canon EOS Rebel T7i	Full Control
Canon EOS Rebel XSi (PTP mode)	Full Control

Tabelle 3: Diese Canon® DSLR Kameras werden mit den jeweiligen Funktionen unterstützt. („GPhoto—Projects: Libgphoto2: Supported cameras“, o. J.)

Full Control beinhaltet die Funktionen Image Capture, Trigger Capture, Liveview und Configuration.

In dieser Liste wurden lediglich Canon DSLR Kameras berücksichtigt die vollständige Auflistung umfasst 2404 Kameras, zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit 2019, von verschiedenen Herstellern und ist auf der Website von gPhoto einsehbar. (<http://www.gphoto.org/proj/libgphoto2/support.php>)

Die gPhoto2 Software besteht aus zwei Bibliotheken und dem Frontend wie die folgende Grafik verdeutlicht. Die libgPhoto2 ist die Kamerabibliothek, die Befehle der einzelnen Kameras enthält und der libgphoto2\_port, der zurzeit serielle Schnittstellen (RS232) und USB Schnittstellen unterstützt.



\$Id: architecture.fig 5021 2002-08-17 23:09:55Z hun \$

Abbildung 13. Zusammenspiel zwischen den Bestandselementen von gPhoto2

# 7 Benutzeroberfläche

Im folgenden Abschnitt werden die Bedürfnisse an die Benutzeroberfläche ausgearbeitet, mit Hilfe der Resultate der Experteninterviews, ausgearbeitet die für die Entwicklung des Remoteheads notwendig sind.

## 7.1 Anforderungen an die Benutzeroberfläche

Die PHP Benutzeroberfläche soll, sowohl eine intuitive Bedienung der Kamera als auch Bewegungsparameter erlauben.

Die Grundfunktionen hierfür wären:

- Pan-Links
- Pan-Rechts
- Tilt-Aufwärts
- Tilt-Abwärts
- Anfahren einer Position
- Zoom-Tele
- Zoom-Wide
- Focus-Far
- Focus-Near
- Blende
- Belichtungszeit
- Record

Des Weiteren ist aus den Experteninterviews hervorgegangen, dass es wünschenswert wäre, achsenunabhängige Geschwindigkeitseinstellungen zu bieten.<sup>18</sup> Das Ansprechverhalten des Systems muss im Millisekundenbereich<sup>19</sup> liegen, da dies notwendig ist um eine akkurate Steuerung zu ermöglichen. Generell ist, zum Thema Latenz zu sagen, dass sich die Befragten einig sind, die Verzögerung im Sekundenbruchteil festzulegen. Das Thema Latenz ist bereits bei

---

<sup>18</sup> Experteninterview Thomas Pinter.

<sup>19</sup> Experteninterview Richard Bayerl.

den Bedienpanelen eine große Herausforderung und sollte sie zu groß sein ein bedeutsamer Ausschlussgrund für die Anwendung. <sup>20</sup>

Da es bei Sportveranstaltungen oftmals um Geschwindigkeiten geht um auf die Geschehnisse zu reagieren darf eine PTZ Kamera keine Latenz haben. <sup>21</sup>

Es ist also unter den Experten vorwiegend die Meinung vertreten ein Remotehead darf zur Steuerung keine Latenz aufweisen.

## 7.2 Design

Um die Benutzeroberfläche möglichst intuitiv und übersichtlich zu gestalten, werden lediglich Website übliche Tools wie Grafiken, Schaltflächen und Schieberegler zur Verfügung gestellt. Dies ermöglicht dem Nutzer sich ohne eine Einschulung zurecht zu finden.

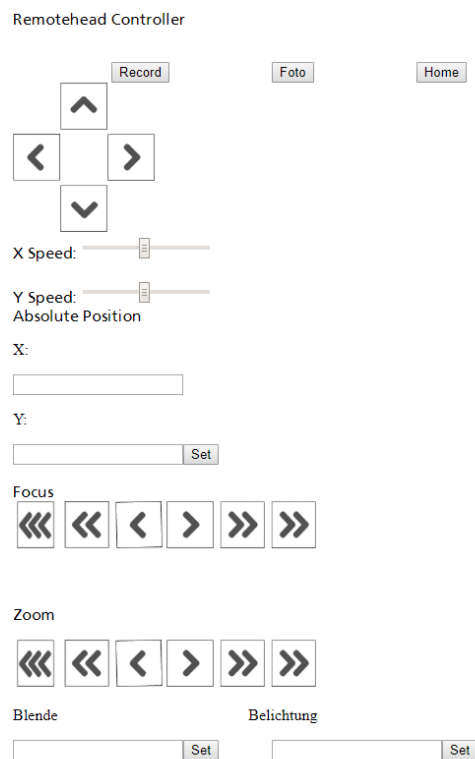


Abbildung 14. Design für die Steuerung des Remoteheads

<sup>20</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Mathias Schopf.

<sup>21</sup> Siehe Anhang: Experteninterview Thomas Völkl.

# 8 Planung und Entwicklung des Remoteheads

## 8.1 Persönliche Motivation

Als Medientechnikstudent, der nebenbei berufstätig ist und aufgrund dessen die Möglichkeit hatte, technische Komponenten aus der Broadcast- und Eventtechnik kennenzulernen, ist der Autor auf ein Remoteheadsystm der Firma Vinten® gestoßen. Hierbei handelte es sich um den Vinten® FHR-35 ein Remotehead für Broadcastkameras, der sich durch seine Vielfalt an kompatiblen Geräten auszeichnet. Die Kombination aus absetzbarem Remotehead, der Agilität, die diesen in seinen Bewegungen auszeichnet und die daraus resultierenden Bilder haben den Author fasziniert. Dies in Kombination mit der im Studiengang immer wieder aufkehrenden Thematik der DSLR Kameras, die zum Filmen verwendet worden sind, bot sich eine Zusammenführung der beiden Themen an. Da es keine andere Lösung auf dem Markt gibt, die Remotehead, DSLR Kameras und die Steuerung über multiplattform unterstützte Open Source Webbrowser Software vereint, wurde es zum Ziel des Projekts, dieses umzusetzen. Daher wird in dieser Arbeit versucht, einen Prototyp zu entwickeln, der den Ansprüchen der Funktionen an solch ein Gerät entspricht.

## 8.2 Die Hardwareplanung

### 8.2.1 Chassis

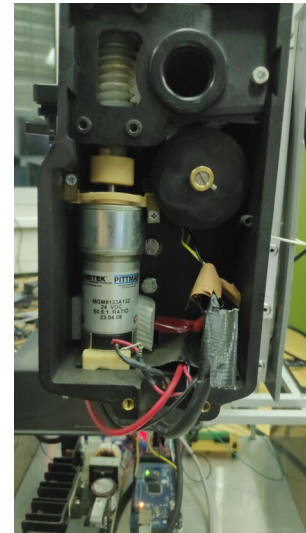
Das Chassis wurde anhand der Größe und des Gewichtes der Kameras gestaltet um so eine große Kompatibilität zu erzeugen und dem Endanwender die freie Entscheidung zu lassen, welches Endgerät, innerhalb der Canon® DSLR Kamera Range er nutzen möchte. Wie in Kapitel 6.6.1 festgestellt handelt es sich beim größten, erhältlichen Body von Canon® um die EOS-1D X MKII mit einer Breite von 15,8 cm um die seitlichen Anschlüsse zugänglich zu halten, wurden 5 cm zusätzlich frei gelassen.

Es besitzt ein Basisgehäuse, in dem die Steuerungshardware sowie das Netzteil verbaut sind. Diese Bauweise ermöglicht, dass diese Bauteile nicht der Bewegung ausgesetzt sind.

Auf dem Motorchassis des Panmotors ist unmittelbar der Gabelkopf angebracht. Durch diese ergeben sich zwei Auflager für die Tilt-Achse, zwischen denen die Last mittig sitzt, die in diesem Fall die Kamera und gegebenenfalls das Zubehör wie zum Beispiel Mikrofone oder Licht ist. Um die Kamera ausrichten zu können ist in der Mitte zwischen den Auflagerpunkten ein Schlitten angebracht, der es ermöglicht, den Schwerpunkt der Kamera zu zentrieren.

Um das Gewicht des Chassis möglichst gering zu halten, wurde es aus Aluminium gebaut und erhält durch die diagonalen Verstrebungen in den Gabelarmen zusätzliche Festigkeit.

Die Motorenchassis ist aus Kunststoff gefertigt und enthält sowohl die Motoren als auch die Encodereinheit. Es wurde von der Firma Lighting Innovation GmbH entwickelt um konventionelle Stufenlinsenscheinwerfer für den Theatergebrauch zu automatisieren. Aus diesem Grund bietet es ruhige Bewegungen, leise Arbeitsgeräusche und eine hohe Tragkraft, sowie eine hohe Hitzebeständigkeit.



*Abbildung 15.  
Antriebseinheit der  
Tiltachse*

## **8.2.2 Antrieb der Pan und Tilt Achsen**

### *8.2.2.1 Berechnung des Drehmomentes*

Um für den Remotehead die bestmögliche Leistung für Kameras und Zubehör zur Verfügung zu stellen, wird hier das Drehmoment, das für die Bewegung der Kamera und Zubehör notwendig ist berechnet.

Ausgehend von einem Kameragewicht von 1,38 kg, einem Optikgewicht von 4,5 kg und 2 kg für sonstiges Zubehör wie Akkugriff, Videofunksender und Audiofunkempfänger, hat das System ein Gesamtgewicht von 7,88 kg, was wiederum nach  $F_G = m \cdot g$  durch die Gravitation mit  $9,81 \text{ m/s}^2$  77,3028 N entspricht. Um genügend Drehmomentreserven zu haben für etwaige Reibungsverluste innerhalb der Konstruktion sowie als Toleranz für Überladung werden 30% miteingerechnet. Dies entspricht einem Drehmoment von 5,02 Nm an der Tiltachse.

### *8.2.2.2 Auswahl der Antriebskomponenten*

Bei diesem Projekt wurde sich aufgrund der Vorteile die sich aus Punkt 6.1.2 ergeben und auf Gleichstrommotoren mit integriertem Getriebe gesetzt, da diese das bessere Drehmoment bei leiser Geräuschkentwicklung und dynamischen Anfahrverhalten bietet.

Auf den Motoren sitzen jeweils eine Schneckenwelle, die wiederum die Achse steuert, auf der bei Pan der Gabelkopf beziehungsweise bei Tilt die Neigevorrichtung für die Kamera befestigt ist.

Die Schneckengetriebe bieten vor allem den Vorteil, dass sie schwingungsdämpfend und geräuscharm sind da sie einen hohen Gleitanteil haben. Des Weiteren haben sie große Übersetzungsmöglichkeiten gegenüber Stirn- oder Kegelstirnradgetrieben. Sie bieten eine große Tragfähigkeit, da somit mehrere Zähne gleichzeitig ineinandergreifen. (Niemann, Neumann, & Winter, 2011, S. 67–68)

Sowohl durch den starken Verzehr rückführender Kräfte, als auch aufgrund des Steigungswinkels von unter 5 Grad, kommt es innerhalb des Schneckengetriebes zur Selbsthemmung. Diese Eigenschaft macht sich der Remotehead zum Halten der Position zu Nutze, da so keine zusätzliche Bremse benötigt wird. Mit dem Schneckengetriebe kommt der Remotehead auf ein Drehmoment von 17,6 nm. Da es bei den meisten in Kapitel 4 genannten Systemen möglich ist vor der Montage den Remotehead zu bewegen, ist anzunehmen, dass es sich hierbei um einen neuen Ansatz der Antriebstechnik der Remoteheads handelt.

### 8.2.3 Motortreiber

Der L298 Motortreiber ist ein Hochleistungstreiberchip der logische Werte einliest und induktive Lasten antreiben kann, wie zum Beispiel Relais, Gleichstrom- und Schrittmotoren. Der Chip bietet zwei unabhängige Enablepins, mit dem die verschiedenen Ausgänge ein- beziehungsweise ausgeschaltet werden können, somit kann es nicht möglich, dass ein Ausgang aktiv ist, solange lediglich durch Eingabe eines PWM Signals vorhanden ist. Ein zusätzlicher Spannungsanschluss realisiert, dass Logik und Ausgangssignal unterschiedliche Spannungen haben können. (Xi & Fu, 2010, S. 2–3)

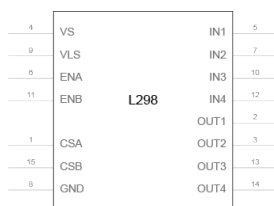


Abbildung 16. Anschlussschematik eines L298 Treiber Chips

Der L298 ist als L298N Multiwatt vertikal, L298HN Multiwatt horizontal und L298P PowerSO20 erhältlich. Da der L298N durch die vertikale Montage mehr Oberfläche zum Kühlen bietet als der PowerSO20 und ein solcher bei einem Test

des Autors im Vorfeld überhitzt ist, wird in dieser Arbeit eine vorgefertigte Platine mit L298N Treiberchip und Kühlkörper verarbeitet.

### 8.2.4 Positionsdefinition

Zur Positionsfeststellung ist es aufgrund des Gleichstrommotors notwendig eine Sensorik zu verbauen, da ansonsten keine Feststellung der aktuellen Position und somit keine Reproduktion der Blickwinkel gegeben ist.

Dazu wird ein Servo-montagefähiges Präzisionspotentiometer mit 10 kOhm verbaut, das eine Bewegungsfreiheit von 360 Grad erlaubt. Es hat somit immer den gleichen Widerstand, sobald es im selben Winkel steht.

### 8.2.5 Zoomansteuerung

Da Canon® Objektive für DSLR Kameras keinen internen Zoommotor haben, muss dieser extern erweitert werden.

Hierfür wird ein Zahnriemen um das Objektiv gelegt, in der ein Zahnrad der gleichen Zahngröße greift. Um dieses Zahnrad anzutreiben wird aufgrund der kleinen Baugröße und des leichten Gewichtes ein Servomotor eingesetzt.

### 8.2.6 Schaltplan

Aus der Planung des Remoteheads ergibt sich somit folgender Plan.

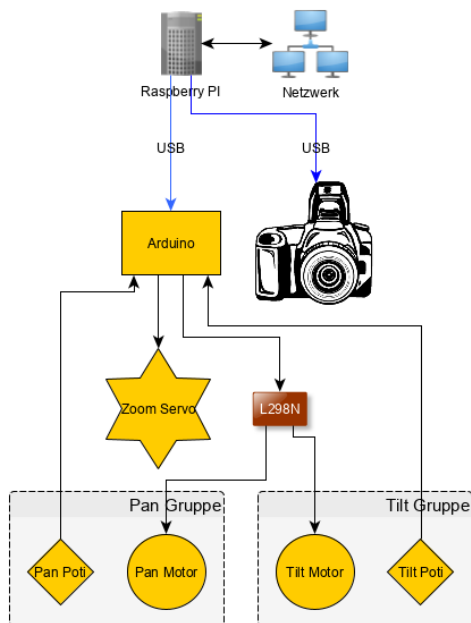


Abbildung 17. Schaltplan für den PHP-steuerbaren Pan/Tilt Remotehead

Der Raspberry Pi® ist mit dem Netzwerk verbunden, in dem die Bedienung stattfinden soll. Der ARDUINO® Mega und die Kamera sind per USB verbunden, wobei der ARDUINO® Mega über USB als serielle Schnittstelle anliegt.

Die Motoren sind mechanisch mit den Potentiometern verbunden um so die Position feststellen zu können und der Zoom Servo wird per Pulsweitenmodulation direkt vom ARDUINO® angesteuert.

## 8.3 Software

### 8.3.1 ARDUINO® Programmierung

In diesem Kapitel werden die notwendigen Funktionen zur Programmierung des Mikrocontrollers herangezogen und eingesetzt, um so die Bewegungskontrolle für den Remotehead zu entwickeln.

#### 8.3.1.1 Serielle Ansteuerung

Zur Definition der Befehle des ARDUINO® Boards ist es notwendig in der Planung festzulegen welche Funktionen benötigt und ausgeführt werden müssen. Im Fall des Remoteheads sind dies Pan/Tilt Verfahren, Geschwindigkeitseinstellungen für die einzelnen Achsen, Zoomstellung, eine Home-Position und ein Stop Befehl.

Zur seriellen Ansteuerung wird ein klares Protokoll verwendet, im Format:

<Kommando> : (Parameter1) : (Parameter2): (Parameter3) : (Parameter4)

Wobei die Parameter 1 bis 4 je nach Anzahl der benötigten Werte für die Funktionen eingesetzt werden. So hat ein einfaches Bewegen um die X-Achse lediglich einen Geschwindigkeitswert, während sowohl eine XY-Position, eine X-Position samt zugehöriger Geschwindigkeit benötigt werden. Dies gilt ebenfalls für beiden Y-Werte.

Wichtig ist es den Befehl mit „\n“ zu beenden, da dies die Zeile abschließt.

```
if(Serial.available() > 0)
{
    stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
```

Empfängt das ARDUINO® Board nun ein Paket auf der seriellen Schnittstelle, so liest er diesen bis zur nächsten Zeile und schreibt es in einen String. Dieser String wird mit mehreren if() Funktionen abgefragt um so feststellen zu können welcher Befehl empfangen wurde.

```
String inPos = getValue(stringOut, ':', 0);
String inXSP = getValue(stringOut, ':', 1);
String inXSSpd = getValue (stringOut, ':', 2);
```

```
String inySP = getValue(stringOut, ':', 3);
String inySSpd = getValue (stringOut, ':', 4);
```

Mit dieser Funktion wird der „stringOut“ in seine einzelnen Parameter geteilt. In diesem Beispiel wird somit das Anfahren einer Position mit absoluten Werten dargestellt, bei denen das Kommando „getValue()“ den String in seine Elemente zwischen den Trennzeichen „:“ teilt. Die Variable „inPos“ stellt hier den Befehl dar der ausgeführt werden soll. In diesem Fall ist dies „XY“. „inxSP“ beschreibt die Position der X-Achse, also Pan, und der „inxSSpd“ die Geschwindigkeit, mit welcher dort hin verfahren werden soll. Die folgenden Parameter führen dies für die Y-Achse durch „inySP“ und „inySSpd“. Da die Variablen für Position und Geschwindigkeit lediglich als String vorliegen ist es notwendig diese zu Integern umzuwandeln, damit das ARDUINO® Board sie zur Steuerung der Motore verwenden kann.

### 8.3.1.2 Motortreiber Ansteuerung

Der L298 benötigt drei Kontakte pro Kanal zur Steuerung des „EnablePin“, welcher für beide Kanäle mit einem „ON“-Befehl gesteuert wird.

```
if(stringOut == "ON"){
  directBuf= 1;
}
.
.
.
if(directBuf==0){

digitalWrite(pinenA, LOW);
digitalWrite(pinenB, LOW);
}
if(directBuf==1){
  digitalWrite(pinenA, HIGH);
digitalWrite(pinenB, HIGH);
}
```

Somit ist der L298N eingeschaltet und nimmt ab jetzt Steuerungsbefehle entgegen.

```
if(directxBuf==1){
analogWrite(pinA1, motxsp);
digitalWrite(pinA2, LOW);
}
```

Wird nun pinA1, wie im Code ersichtlich, auf die gewünschte Geschwindigkeit gestellt und pinA2 auf LOW, so wandelt der L298N Chip das ausgegebene PWM Signal auf A1 in eine Gleichspannung am Ausgang für den Motor um. Diese Gleichspannung entspricht  $\text{motxsp} \cdot 24\text{V}/255$ . Tauscht man nun die Ausgänge im Code aus so entspricht die Spannung  $\text{motxsp} \cdot 24\text{V}/255 \cdot (-1)$  und der Motor läuft in die entgegengesetzte Richtung.

### 8.3.1.3 Auslesen der Potentiometerwerte

Das Auslesen der 10 kOhm Potentiometer erfolgt über einen simplen AnalogRead() Befehl. Dieser wird während des Anfahrens von absoluten Positionen benötigt um die Lage feststellen zu können.

Beim Programmieren der Steuerung des Remoteheads wurde festgestellt, dass wenn der Pin für die AnalogRead() Funktion referenziert wurde, somit AnalogRead(pinencA); ausgelesen werden sollte innerhalb einer while-Schleife die Werte stark von den Tatsächlichen abdrifteten. Somit las das ARDUINO® Board, beispielsweise anstelle des Wertes 600, der zuvor mittels Einzelpositionsabfrage ausgemessen wurde, Werte von 294 schwankend bis 315. Dies konnte behoben werden, indem, anstelle der Referenz zum Analogpin der Pin selbst abgefragt in diesem Fall wurde somit „AnalogRead(A9);“ beziehungsweise „AnalogRead(A10)“. Angewendet.

### 8.3.1.4 Anfahren einer absoluten Position

Die Kombination aus dem Motortreiber und dem Potentiometer ermöglicht das Anfahren der absoluten Position, beziehungsweise bei einer Kombination der XY Achse der absoluten Positionen.

```
void XYPosition(int sxpos, int xspd, int sypos, int yspd){
    int difx=100;
    int dify=100;
    int curX = analogRead(A10);
    int curY = analogRead(A9);
```

Hierzu werden die Werte an die Funktion XY Position übertragen und eine Lagebestimmung via Potentiometer durchgeführt, um so den Ausgangspunkt feststellen zu können.

Danach wird, wie im nächsten Codeabschnitt sichtbar, eine while-Schleife gestartet.

```
while (curX!=sxpos || curY!=sypos){

    if (curX > sxpos){
        difx=curX-sxpos;
        // Serial.println(difx);
        if(difx<20){xspd=xspd/2;
        if(xspd<80){xspd+=50;}};
        //X > sx
        analogWrite(pinA2, xspd);
        digitalWrite(pinA1, LOW);

        //Serial.println(curX);

        /* if (curX<= sxpos+spdbreak && newcom<=5) {
```

```

        xspd=xspd*0.9;
        if (newcom<5){
            newcom++;
        }

        }*/
    }
    if(curX < sxpos){
        difx=sxpos-curX;
        if(difx<20){xspd=xspd/2;
        if(xspd<80){xspd+=50;}};
        // Serial.println(difx);
        //X > sx
        analogWrite(pinA1, xspd);
        digitalWrite(pinA2, LOW);

        //Serial.println(curX);
    .
    .
    .

```

Nachdem die aktuelle Position (curX) bekannt ist, wird nun durch den Vergleich mit der Soll-Position (sxpos) entschieden, in welche Richtung sich der jeweilige Motor bewegen soll. Danach wird mit den schon in 8.3.1.2 erwähnten Befehlen und der empfangenen Geschwindigkeit (xspd) der Motortreiberchip angesteuert.

```

    curX = analogRead(A10);
    curY = analogRead(A9);
    if(Serial.available() > 0)
    {
        stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
        if (stringOut=="STOP")break;
    }

```

Nach jedem Durchgang in der While-Schleife werden die Potentiometer ausgelesen und für den nächsten Durchlauf zur Valuierung der aktuellen Position weitergegeben. Diese Schleife wird so lange wiedergegeben bis die Position erreicht wird.

### 8.3.1.5 Zoomansteuerung

Der Zoom des Objektivs wird mittels der von ARDUINO® bereitgestellten <Servo.h> Steuerung angesteuert und ist so zwischen 0 und 180 Grad rotierbar.

```

if (inPos == "ZOOM"){ //Zoomen
    // Serial.println(inSP);
    Serial.print("ZOOM:");
    int zoomPosition = inSP.toInt();

    //int zoomSpeed = map(zoomBuffer, -50, 50, 80, 100);
    If (zoomPosition=0){
        actZoom= actZoom-10;

```

```

}
  If (zoomPosition=1){
    actZoom= actZoom-5;
  }
If (zoomPosition=2){
  actZoom= actZoom-1;
}
If (zoomPosition=3){
  actZoom= actZoom+1;
}
If (zoomPosition=4){
  actZoom= actZoom+1;
}
If (zoomPosition=5){
  actZoom= actZoom+1;
}

  myZoom.write(actZoom);
}

```

Wie im Code ersichtlich ist, wird beim Empfangen des „ZOOM“-Befehles eine von sechs möglichen Schrittgrößen mitübergeben. So stellt der ARDUINO® nach dem Senden mittels `myZoom.write(actZoom)` den Servo auf die gewünschte Position.

### 8.3.2 Raspberry Pi® Installation

Um den Raspberry Pi® nach der Installation des Betriebssystems Raspbian buster als Webserver für die Remoteheadsteuerung einsetzen zu können, sind mehrere Pakete notwendig. Diese werden in diesem Kapitel aufgezählt und deren Funktion erläutert, um so eine Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit des Testaufbaus in Bezug auf die Softwareversionen zu gewährleisten.

Apache2 ist in der Version 2.4.38, in diesem Projekt vorhanden und stellt den http Webserver für dieses Projekt dar. PHP ist in der Version 7.1 installiert, da dies die neueste Version von PHP ist, die für den Raspberry Pi® im Raspbian Repository verfügbar ist. gPhoto2 in der aktuellen Version 2.5.23 erfordert einige vorinstallierte Pakete und muss vor der Installation noch kompiliert werden, zunächst ist es allerdings notwendig die Bibliothek von gPhoto zu installieren da dies auch eine Grundvoraussetzung ist.

www-data ist der User des PCs, unter dem PHP seine Befehle ausführt. Die Voreinstellungen für diesen sind bei der Installation so eingestellt, dass dieser keine Zugriffe auf Hardware und Software des PCs hat. Für den Prototypen ist es allerdings erforderlich, dass PHP sowohl mit der seriellen Schnittstelle als auch mit dem Programm gPhoto2 kommunizieren kann. Im Fall von gPhoto2 ist es notwendig den User www-data zum Superuser zu erheben. Netzwerktechnisch bietet dies den schwerwiegenden Nachteil, dass jeder User der Zugriff auf den Raspberry Pi® im Netzwerk hat, diesen als Nutzer www-data ohne jegliches Passwort bearbeiten kann.

### 8.3.3 Tests von gPhoto2 in der Kommandozeile

Da gPhoto2 ein Kommandozeilenprogramm ist, wird erst die Funktionalität im Terminal getestet. Hierbei stellt sich heraus, dass es notwendig ist im Betriebssystem das automatische Einbinden von USB Laufwerken zu unterbinden. Dies bedeutet jedoch, dass nunmehr kein externes Laufwerk sofort nach dem Applizieren in die USB Schnittstelle, erkannt wird und dies nun auch per Kommandozeile geschehen muss. Ein weiterer Punkt, der bei den Tests auffiel ist die Tatsache, dass das Stoppen der Videoaufnahme eine Tastatureingabe im Terminal oder das manuelle Beenden an der Kamera selbst erfordert. Somit ist es nicht möglich, diese per PHP anzusteuern, wodurch die Möglichkeit der Remotecontrol für diesen Parameter entfällt. Weiters ist die Änderung des Fokus lediglich möglich in der Zusammensetzung mit dem Kommando „--capture-preview“ somit muss die Kamera dafür einmal auslösen.

Dennoch ist festzustellen, dass das Programm gPhoto2 die Steuerung von DSLR Kameras ermöglicht und diese somit auch für andere Anwendungszwecke, wie beispielsweise Timelapsecontrol oder auch in Kombination mit etwaiger Sensorik am Raspberry Pi® einsatzfähig sind.

### 8.3.4 Programmierung der ersten Testseite für serialPHP

phpSerial ist eine Klasse die frei genutzt werden kann. Sie bietet eine Einwegkommunikation mit seriellen Schnittstellen an und ist serverseitig auf Windows®, Linux® und Mac OS® einsetzbar. Hierfür ist es erforderlich die Datei „PhpSerial.php“ im Rootverzeichnis des Webserver abzuliegen und sie auf die Hauptseite einzubinden.

In der ersten Testseite sind lediglich zwei Schaltflächen um die Kommunikation zwischen PHP und dem ARDUINO® Board zu Testen angelegt.

```
include "PhpSerial.php";
$serial = new phpSerial;
$serial->deviceSet("/dev/ttyACM0");
$serial->confBaudRate(9600);
$serial->confParity("none");
$serial->confCharacterLength(8);
$serial->confStopBits(1);
$serial->deviceOpen();
if(isset($_POST["hi"])){
$serial->sendMessage("ON\n");
$serial->sendMessage("XY:400:100:400:100\n");
```

In dem hier dargestellten Codeabschnitt ist die Implementierung der seriellen Schnittstelle zu sehen. Jedoch ist es mit dieser Konfiguration nicht möglich eine Verbindung mit dem ARDUINO® Board herzustellen.

Hierbei handelt es sich um ein Problem, das die serielle Schnittstelle des ARDUINO® verursacht, da nach dem Öffnen der seriellen Schnittstelle, diese zwei Sekunden zur Initialisierung benötigt. Aufgrund dessen wurde eine eben so lange Verzögerung in den PHP-Code eingefügt, um ein vorzeitiges Senden eines Befehls zu verhindern.

Der serielle Anschluss bleibt darüber hinaus geöffnet, um so die Latenz zu minimieren die entstehen würde, wenn er bei jedem Befehl initialisiert wird.

```
<form method="POST" >
<input Type = "submit" Value = "Send" Name = "hi"/>
<input Type = "submit" Value = "Home" Name = "Home"/>
</form>
```

Dieser HTML Code sendet den jeweiligen Befehl an den Server. Diese Art der Befehlsübermittlung erweist sich im laufenden Testbetrieb als zu wenig flexibel, da so lediglich Formulare und Schaltflächen gesendet werden können und auch sehr latenzbehaftet sind. die Verzögerung ist noch dazu variabel. Das Abrufen einer Funktion von einem Endgerät dauert länger als fünf Sekunden, um die Netzwerkinfrastruktur, die aus einem Switch und einem Laptop als Endgerät besteht als Ursache ausschließen zu können, wird der Befehl auch auf dem Raspberry Pi® lokal ausgeführt. Doch dies lieferte das gleiche Ergebnis. Auffallend ist hierbei, dass durch diese Art der Übermittlung die Webseite jedes Mal erneut aufgerufen wird, wenn ein Befehl gesendet wird und somit auch der gesamte PHP Initialisierungsvorgang wiederholt wird.

### 8.3.5 Optimierungen

Aufgrund der Resultate aus den vorhergehenden Testlaufergebnissen, wurde eine Methode, um das Neuinitialisieren der Website zu umgehen eingebunden.

AJAX ist ein Skript, welches auf der Seite des Endgerätes ausgeführt wird. Die grundlegende Idee hinter AJAX ist insbesondere die Reaktionsbereitschaft und Benutzerfreundlichkeit bei der Kommunikation mit dem Server zu erhöhen. (Chen, Fang, & Lin, 2012, S. 1)

Der Name steht für „Asynchron Javascript and XML“ und ist in den meisten Browsern integriert. AJAX ermöglicht es Befehle im Hintergrund an den Server zu senden. Dadurch bleibt die GUI bestehen und die Seite baut sich nicht nach jedem Befehl neu auf.

Weiters wird jQuery miteingebunden, um flexiblere Möglichkeiten zu bieten, beispielsweise das Einbinden eines Stops der Bewegung, wenn ein Richtungspfeil losgelassen wird.

```
$( "#up" ).mousedown(function() {
    var inputVal = document.getElementById("ylabel").innerHTML;
    var outputVal="YBW:"+inputVal+"\n";
```

```

$outputStr=outputVal;
$.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputStr},
    success: function (resp){

    });
});

$("#up" ).mouseup(function() {
$outputVal="Y\n";

$.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputVal},
    });
});

```

Dieses Javascript Beispiel, das mit Befehlen der jQuery Datenbank erstellt wurde, sendet nun einen „POST“ - Befehl an das PHP Skript. Da die Seite nach diesem Befehl nicht neu aufgebaut wird, kann auch ein zweiter Befehl beim Loslassen des Objekts mit der ID „UP“ gesendet werden.

Im Fall des Remoteheads bedeutet dies, dass bei Bewegungen um die Achsen ohne festgelegter Zielposition das Symbol geklickt wird. Solange die Maustaste gedrückt ist und sich über dem Objekt befindet fährt der Remotehead in diese Richtung. Sobald die Maustaste jedoch losgelassen wird, sendet die „.mouseup()“ Funktion einen Befehl zum Stoppen an das PHP Skript und dieses wiederum an den ARDUINO®.

### 8.3.6 gPhoto2 Steuerung via PHP

Zur Steuerung einer Kommandozeile aus PHP ist die Funktion „exec()“ vorgesehen welche den Befehl ausführt. Dieser ist allerdings lediglich ausführbar, wenn im Vorfeld die richtigen Berechtigungen eingestellt wurden, wie bereits in Kapitel 8.3.2 erwähnt wurde.

```

if (isset($_POST['gphoto'])) {
    $str=$_POST['gphoto'];
    exec($str);
}

```

In diesem Codeabschnitt wird verdeutlicht wie der Befehl von PHP empfangen wird, die übergebene Variable, welche dem zu sendenden Befehl entspricht, ausgelesen und danach mittels „exec()“ an die Kommandozeile übergeben wird.

Prinzipiell ist zu sagen, dass mit diesem Befehl jegliche Funktionen des Terminals abgerufen werden kann.

```

$("#photo").click(function() {
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-image";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {gphoto: $gcom},

    });
});

```

AJAX wiederum sendet wie man in diesem Codeabschnitt sehen kann, um die Latenz zu minimieren, die Befehle an PHP. Wichtig hierbei ist, dass gPhoto als sudo ausgeführt wird. Der vollständige Quellcode befindet sich im Anhang.

## 8.4 Das Experiment

Im Experiment geht es darum die Weboberfläche auf Funktion zu überprüfen.

Im Aufbau des Experiments wurde eine Canon® 600D zum Einsatz gebracht, als Beispiel für die Funktionalität mit Canon® DSLR Kameras.

Im Test wurde aufgrund der von den Experten genannten Wichtigkeit erneut auf die Latenz geachtet um so die Tauglichkeit, der Steuerung zu überprüfen. Dazu wurde ein Video gemacht, um die Zeit zwischen dem auslösenden Mausklick und der ersten Reaktion des Remoteheads messen zu können. Das Video wurde auf Grund der anzunehmenden Latenz als Analysewerkzeug zur Messung eingesetzt, da es bei einer Framerate von 30 Frames, ein Zeitintervall von 33 ms hat. Hierzu wurde die Steuerung lokal am Raspberry Pi® ausgeführt, um etwaige durch die Netzwerktechnik entstehende Latenzen ausschließen zu können.

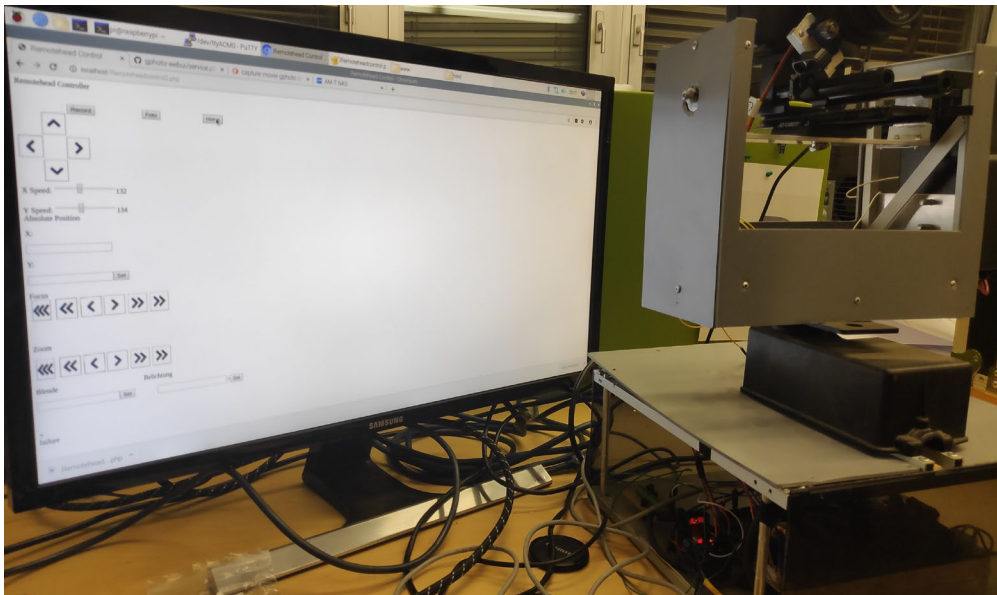


Abbildung 18. Versuchsaufbau für das Experiment

Die Analyse des Videos in Adobe® Premiere ergab, dass die Latenz nach mehreren Messungen verschiedener Funktionen immer wieder bei zirka zwei Sekunden liegt, deutlich niedriger als bei vorhergehendem Test. Exemplarisch für die Messungen verdeutlicht das Bild auf der folgenden Seite die Latenz.

Somit muss man sagen, dass anhand des zurzeitigen Wissensstandes, keine weitere Optimierungsmöglichkeit dem Autor gegeben ist, um die Reaktionsgeschwindigkeit des Systemes anpassen zu können.

Die Funktionalität der definierten Funktionen ist gegeben und lässt sich, unter der bereits genannten Latenz, anwenden, jedoch ist, aufgrund dieser kein Anwendungsfall des Prototyps in einer Videoproduktion, wie sie mit DSLR Kameras durchgeführt werden abzusehen.

Aus diesem Grund ist es dem Autor nicht möglich, die Expertenbefragung durchzuführen, da der Remotehead nicht den Mindestanforderungen der vorhergehenden Experten entspricht. So dass dies zum vorzeitigen Forschungsergebnis führt, dass der PHP steuerbare Pan/Tilt Remotehead in der professionellen Videotechnik nicht praxistauglich ist. Für die do-it-yourself Interessensgruppe bietet es jedoch eine mögliche Grundlage zu weiteren Entwicklungen.

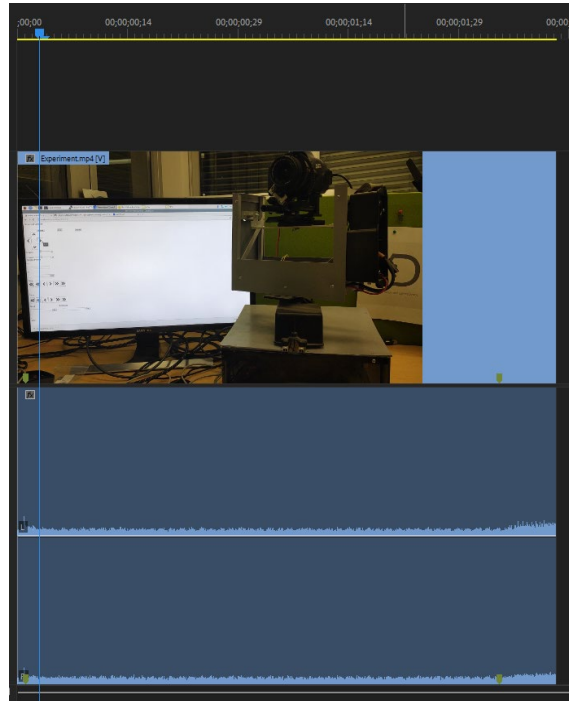


Abbildung 19. Latenzmessung mit Adobe® Premiere Pro

## 9 Mögliche zukünftige Entwicklungen

Diese Arbeit bietet eine Ausgangssituation für weitere Forschung, daher gilt es auch in zukünftigen Forschungen zu überprüfen, ob die Initialisierung der seriellen Schnittstelle bei anderen Microcontrollern, wie auch beim ARDUINO®, zwei Sekunden beträgt oder ob es möglich ist, durch den Einsatz von Microcontrollerprodukten wie beispielsweise Teensy® oder ESP32® zu optimieren. Mit dem ESP32® wäre auch eine Genauigkeit des Winkels betreffend vierfach höher, da dieser analoge Eingänge mit einer Präzision von 12 Bit anstelle von 10 Bit ausliest und PWM Outputs 15 Bit schreiben kann.

Die Quellcodes werden nach Abschluss der Diplomarbeit auf Open Source Plattformen, wie beispielsweise GITHUB®, der do-it-yourself Gruppierung zur Verfügung gestellt, um auf diesen aufbauen zu können. Die Motorisierung in Kombination mit den Encodern erwies sich als funktionstüchtig und präzise steuerbar.

Eine weitere Möglichkeit der Weiterentwicklung ist der Bau eines Hardwarebedienelementes, da dies auch die bevorzugte Steuerung der Experten ist. Hierzu kann der Steuercode des ARDUINO® oder auch lediglich die Zusammensetzung der Motorisierung übernommen werden und den Grundstein zur Entwicklung legen.

Da die Funktionalität der Webserversteuerung gegeben ist, kann diese Arbeit als Basis für jene Projekte und Experimente genutzt werden, die auch via PHP Weboberfläche eine serielle Steuerung betreiben möchten.

# 10 Fazit

Zusammenfassend gilt es zu sagen, dass weiterhin Remoteheads und PTZ Systeme auf dem Markt parallel existieren und durch die Automatisierung der Fernsehbranche weiterentwickelt werden. Beide Systeme haben ihre Stärken und Schwächen, wobei sich aus den Aussagen der Experten schließen lässt, dass im Broadcast weiterhin mit Remoteheads gearbeitet wird. Diese sind nämlich universeller einsetzbar und tragen auch den hohen Ansprüchen der Sendeanstalten genüge.

Im Live-Streaming hingegen wird mehr auf PTZ Kameras gesetzt, um so kostengünstige Produktionen mit mehreren Kameras und häufig mit wenig Personal realisieren zu können.

Die DSLR Kameras haben den Markt revolutioniert und bieten für ein vergleichsweise niedriges Budget eine herausragende Bildsprache. Hierbei trennen sich jedoch die Meinungen der befragten Experten.

Ein Remotehead für DSLR Kameras hätte nach dem Stand der Forschung eine Berechtigung am Markt, um für Filmproduktionen mit eben solchen Kameras eine Erweiterung zu bieten. Durch die Hardwareauswahl und den Bau des Prototyps war es möglich festzustellen, dass durch die zusammengestellte Konfiguration in dieser Form, eine Anwendung im Filmbereich nicht möglich ist.

Durch den entstandenen Prototyp ist jedoch festzuhalten, dass es für zukünftige Forschungen möglich ist, auf dem entstandenen Wissen aufzubauen, auch wenn von einer Steuerung über PHP abzuraten ist. Des Weiteren könnte auch ein anderer Microcontroller als der ARDUINO® verwendet werden, dem es gelingt, die serielle Schnittstelle schneller zu öffnen. Aufgrund der schon im Experiment festgestellten Fehlerhaftigkeit konnte der Prototyp nicht Experten zum Testen überlassen werden, insbesondere da die Untauglichkeit für einen Einsatz in der professionellen Videotechnik schon vorzeitig festgestellt werden konnte.

Weiters wurde in dieser Arbeit die Praxistauglichkeit der Software gPhoto durch die Anwendung in diesem Prototyp erwiesen, sowie die Anwendbarkeit der serialPHP Klasse dargelegt.

Insbesondere in Hinblick auf die Realisierung einer multiplattformtauglichen Steuerung eignet sich diese Methode, da so die Entwicklung lediglich auf die Website achten muss und nicht für die Endgeräte separat nötig ist.

# Literaturverzeichnis

Adel, Z., Hamou, A. A., & Abdellatif, S. (2018). Design of Real-time PID tracking controller using Arduino Mega 2560 for a permanent magnet DC motor under real disturbances. *2018 International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/CISTEM.2018.8613560>

Anand Nayyar, & Vikram Puri. (2016). *A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields*. Abgerufen von <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=7589474>

Aranjo, B., Soori, P. K., & Talukder, P. (2012). Stepper motor drives for robotic applications. *2012 IEEE International Power Engineering and Optimization Conference*, 361–366. <https://doi.org/10.1109/PEOCO.2012.6230890>

Arduino Mega 2560 Rev3. (o. J.). Abgerufen 3. September 2019, von <https://store.arduino.cc/mega-2560-r3>

Arduino Uno Rev3. (o. J.). Abgerufen 3. September 2019, von <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

ARRI. (o. J.). *Flyer SRH-3 Stabilized Remote Head*. Abgerufen von <https://www.arri.com/resource/blob/42224/592cd0db10416b5ffc562924bdee3913/download-srh-3-flyer-data.pdf>

Bendjedia, M., Ait-Amirat, Y., Walther, B., & Berthon, A. (2012). Position Control of a Sensorless Stepper Motor. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 27(2), 578–587. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2011.2161774>

Bhargava, A., & Kumar, A. (2017). Arduino controlled robotic arm. *2017 International Conference of Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 376–380. <https://doi.org/10.1109/ICECA.2017.8212837>

Biswas, S. P., Hosain, Md. K., & Rahman, Md. W. (2017). Real-time arduino based simulator enabled hardware-in-the-loop electric DC machine drive system. *2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, 823–826. <https://doi.org/10.1109/R10-HTC.2017.8289082>

BRC-X1000 4K PTZ-Kamera—Sony Pro. (o. J.). Abgerufen 3. September 2019, von [https://pro.sony/de\\_AT/products/robotic-cameras/brc-x1000#ProductSpecificationsBlock-brc-x1000](https://pro.sony/de_AT/products/robotic-cameras/brc-x1000#ProductSpecificationsBlock-brc-x1000)

Canon EOS 5D Mark II shoots 'House' season finale—Canon Professional Network. (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von [https://cpn.canon-europe.com/content/news/EOS\\_5D\\_mark\\_II\\_shoots\\_house.do](https://cpn.canon-europe.com/content/news/EOS_5D_mark_II_shoots_house.do)

Canon, Ö. (o. J.). Technische Daten—EOS-1D X Mark II. Abgerufen 6. September 2019, von [https://www.canon.at/for\\_home/product\\_finder/cameras/digital\\_slr/eos\\_1dx\\_mark\\_ii/specifications/](https://www.canon.at/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_1dx_mark_ii/specifications/)

Canon Objektive – Kompatibilitätsleitfaden—Technischer Leitfaden für Objektive—Canon Österreich. (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von <https://www.canon.at/lenses/tech-guide/compatibility/>

Chen, X., Fang, X., & Lin, X. (2012). Ajax-based Positioning System for Coal Miners. *2012 Third World Congress on Software Engineering*, 140–142. <https://doi.org/10.1109/WCSE.2012.33>

Cinema-Objektive – 4K-Objektive—Canon Österreich. (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von <https://www.canon.at/pro/cinema-lenses/>

Controlling your camera from your computer with gPhoto. (2008, Juni 6). Abgerufen 4. September 2019, von Linux.com website: <https://www.linux.com/news/controlling-your-camera-your-computer-gphoto/>

Ebner, M. (2013). *Live-Videotechnik: Projektion, Streaming, Aufzeichnungen* (1. Aufl). Berlin: Beuth.

Edelkrone. (o. J.). HeadPLUS - edelkrone (DE). Abgerufen 2. September 2019, von <https://de.edelkrone.eu/products/headplus>

Framework technologies Web Usage Distribution. (o. J.). Abgerufen 9. September 2019, von <https://trends.builtwith.com/framework>

GPhoto—Projects: Libgphoto2: Supported cameras. (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von <http://www.gphoto.org/proj/libgphoto2/support.php>

Höger, D. W. (2002). *Elektrische Maschinen und Antriebe Grundlagen*. 125.

Innovision Optics—Creative Ways of Imaging. (o. J.). Abgerufen 9. September 2019, von <http://www.innovision-optics.com/prod/cams.shtml>

JVC(R). (o. J.). PTZwhitepaper.pdf. Abgerufen 8. September 2019, von <http://pro.jvc.com/pro/attributes/ptz/brochure/PTZwhitepaper.pdf>

KY-PZ100BE Full HD PTZ Kamera mit Streaming und Aufnahmefunktion (schwarz) • JVC Deutschland. (o. J.). Abgerufen 3. September 2019, von <https://de.jvc.com/pro/ccr/ptc/KY-PZ100BE/>

Lancaster, K. (2013). *DSLR cinema: Crafting the film look with large sensor video cameras* (2nd ed). Burlington, MA: Focal Press.

Mini Libra. (o. J.). Abgerufen 5. September 2019, von Camera Revolution website: <https://camerarevolution.com/equipment/mini-libra/>

Nanda, U., & Pattnaik, S. K. (2016). Universal Asynchronous Receiver and Transmitter (UART). *2016 3rd International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICACCS.2016.7586376>

Niemann, G., Neumann, B., & Winter, H. (2011). *Maschinenelemente: Band 3: Schraubrad-, Kegelrad-, Schnecken-, Ketten-, Riemen-, Reibradgetriebe, Kupplungen, Bremsen, Freiläufe*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

Nikhila, J. (2017). Web based Environmental Monitoring System using Raspberry Pi. *2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC)*, 1074–1080. <https://doi.org/10.1109/CTCEEC.2017.8454964>

Nr.06 Taster am Arduino | Funduino—Kits und Anleitungen für Arduino. (o. J.). Abgerufen 3. September 2019, von <https://funduino.de/nr-5-taster-am-arduino>

Panasonic. (o. J.). *Aw-ue150\_rp150 Brochure.pdf*. Abgerufen von [https://business.panasonic.de/professional-kamera/system/files/files/fields/field\\_file/psd/2019/04/26/aw-ue150\\_rp150\\_1556279135.4032.pdf](https://business.panasonic.de/professional-kamera/system/files/files/fields/field_file/psd/2019/04/26/aw-ue150_rp150_1556279135.4032.pdf)

PRODUKTION: SWR Aktuell sendet aus neuem Studio—Mebucom. (o. J.). Abgerufen 2. September 2019, von <https://mebucom.de/news-detail/produktion/swr-studio-von-mci-geht-auf-sendung-10998.html>

Remote Camera Head | Motion Control Camera Systems. (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von VariZoom—Camera Products website: <https://www.varizoom.com/product/vzcinemapro-k2/>

RM-IP500 PTZ-Kamera-Fernbedienung—Sony Pro. (o. J.). Abgerufen 3. September 2019, von [https://pro.sony/de\\_AT/products/robotic-cameras/rm-ip500](https://pro.sony/de_AT/products/robotic-cameras/rm-ip500)

Sauerwald, M. (2019, September 9). Medien Kunst Netz | Snow, Michael: La Région Centrale [Text]. Abgerufen 9. September 2019, von <http://www.medienkunstnetz.de/werke/region-central/bilder/1/>

Seite 2: Das Standardsystem: Raspbian (und abgespeckte Varianten). (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von <https://www.elektronikpraxis.vogel.de/45-betriebssysteme-fuer-den-raspberry-pi-a-488934/index2.html>

Severance, C. (2013). Eben Upton: Raspberry Pi. *Computer*, 46(10), 14–16. <https://doi.org/10.1109/MC.2013.349>

Tir, Z., Malik, O., Hamida, Med. Assaad., Cherif, H., Bekakra, Y., & Kadrine, A. (2017). Implementation of a fuzzy logic speed controller for a permanent magnet dc motor using a low-cost Arduino platform. *2017 5th International Conference on Electrical Engineering - Boumerdes (ICEE-B)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICEE-B.2017.8192218>

Trenholm, R. (o. J.). „Star Wars“ pioneer John Dykstra on how those visual effects came to be. Abgerufen 9. September 2019, von CNET website: <https://www.cnet.com/news/john-dykstra-star-wars-anniversary-industrial-light-and-magic-special-effects/>

Vinten | CP4 Touchscreen Robotic Control Panel | [www.vinten.com](http://www.vinten.com). (o. J.). Abgerufen 8. September 2019, von <https://www.vinten.com/en/product/cp4-touchscreen-robotic-control-panel>

Vinten Vantage. (o. J.). Abgerufen 2. September 2019, von <https://www.vinten.com/vantage/>

Welcome! - The Apache HTTP Server Project. (o. J.). Abgerufen 4. September 2019, von <https://httpd.apache.org/>

Xi, B., & Fu, C. (2010). Design of Intelligent Toy Car Motion Control System Based on the AT89C52. *2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICEEE.2010.5661596>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Panasonic AW-UE 150.....	14
(Panasonic, o. J.)	
Abbildung 2 Sony® BRC-X1000 .....	14
(„BRC-X1000 4K PTZ-Kamera—Sony Pro“, o. J.)	
Abbildung 3 JVC® KY-PZ100 .....	15
(„KY-PZ100BE Full HD PTZ Kamera mit Streaming und Aufnahmefunktion (schwarz) • JVC Deutschland“, o. J.)	
Abbildung 4 Edelkrone® HeadPlus.....	16
(Edelkrone, o. J.)	
Abbildung 5 Vinten® Vantage.....	16
(„Vinten Vantage“, o. J.)	
Abbildung 6 Varizoom Cinema Pro-K2 & Remote Control mit Pan-Griffen.....	17
(„Remote Camera Head   Motion Control Camera Systems“, o. J.)	
Abbildung 7 Mini Libra auf ein Auto geriggt.... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
(„Mini Libra“, o. J.)	
Abbildung 8: Sony® RM-IP500 .....	20
(„RM-IP500 PTZ-Kamera-Fernbedienung—Sony Pro“, o. J.)	
Abbildung 9 Vinten® CP4 .....	21
(„Vinten   CP4 Touchscreen Robotic Control Panel   www.vinten.com“, o. J.)	
Abbildung 10 JVC® Webinterface.....	22
(JVC(R), o. J.)	
Abbildung 11 Beispiel einer Schrittmotorsteuerung.....	29
Abbildung 12 Einfache ARDUINO® digital IO Schaltung .....	31
Abbildung 13 Zusammenspiel zwischen den Bestandteilen von gPhoto2	40
(„GPhoto—Projects: Libgphoto2: Supported cameras“, o. J.)	

Abbildung 14 Design für die Steuerung des Remoteheads .....	42
Abbildung 15 Antriebseinheit der Tiltachse .....	44
Abbildung 16 Anschlussschematik eines L298 Treiber Chips .....	45
Abbildung 17 Schaltplan für den PHP-steuerbaren Pan/Tilt Remotehead.....	46
Abbildung 18. Versuchsaufbau für das Experiment.....	55
Abbildung 19. Latenzmessung mit Adobe© Premiere Pro.....	56

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vergleich ARDUINO® UNO&MEGA2560 („ARDUINO® Mega 2560 Rev3“, o. J.) & („ARDUINO® Uno Rev3“, o. J.).....	32
Tabelle 2: Auswirkungen der Chipgröße auf den Bildinhalt („Schöner Fotografieren—Cropfaktor“, o. J.) .....	36
Tabelle 3: Folgende Canon®DSLR-Kameras werden mit den jeweiligen Funktionen unterstützt. („GPhoto—Projects: Libgphoto2: Supported cameras“, o. J.).....	39

# Anhang

## A ARDUINO® Source Code

```
#include <Servo.h>

#include <string.h>

Servo myZoom;
int encA,
    encB;
int outA1,
    outA2,
    outB1,
    outB2;
bool enA,
    enB;
char inData[20];
char inChar=-1;
byte index = 0;
const int numReadings = 100;
int readingsX[numReadings];
int readIndexX = 0;
int totalX = 0;
int averageX = 0;

int readingsY[numReadings];
int readIndexY= 0;
int totalY = 0;
int averageY = 0;
static int pinenA = 2,
    pinenB = 3,
    pinA1 = 4,
    pinA2 = 5,
    pinB1 = 6,
    pinB2 = 7;
char pinencA = "A10";
char pinencB = "A9";
String motrot = "";
int motxsp = 0;
int motysp = 0;
int directBuf = 0,
    directxBuf=0,
    directyBuf=0;
String PosIn = "";
int inXP = 60;
int inYP = 400;
int inxsp = 0;
int inySp = 0;
```

```

String stringOut;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(pinenA, OUTPUT);
  pinMode(pinenB, OUTPUT);
  pinMode(pinA1, OUTPUT);
  pinMode(pinA2, OUTPUT);
  pinMode(pinB1, OUTPUT);
  pinMode(pinB2, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  myZoom.attach(9);
  Serial.println("Ready");
}

void loop() {
  encA=analogRead(A10);
  encB=analogRead(A9);
  //
  //Serial.println(encA);
  //Serial.println(encB);
  if(Serial.available() > 0)
  {
    stringOut = Serial.readStringUntil('\n');

    //Position anfahren

    if(stringOut.length() >5 && stringOut.length() <10){
      String inPos = getValue(stringOut, ':', 0);
      String inSP = getValue(stringOut, ':', 1);
      String inSSpd = getValue (stringOut, ':', 2);
      //Serial.println(inSP);
      if(inPos.length() == 3){
        String motrotnew = inPos;
        String motsp = inSP;
        int imotsp = motsp.toInt();
        //Serial.println(imotsp);
        if (motrotnew == "XBW"||motrotnew == "XFW"){

          motxsp=imotsp;

        }
        if (motrotnew == "YBW"||motrotnew == "YFW"){
          motysp=imotsp;
        }
        motrot=motrotnew;
      }
      if (inPos.length() ==2){
        int inP = inSP.toInt();

```

```

int inSpd = inSSpd.toInt();
Serial.println(inSpd);
if (inPos == "XP"){
    XPosition(inP,inSpd);
    Serial.println("XP");
}
if (inPos == "YP"){
    YPosition(inP,inSpd);

}
}

if (inPos == "ZOOM"){ //Zoomen
// Serial.println(inSP);
Serial.print("ZOOM:");
int zoomPosition = inSP.toInt();
Serial.println(zoomSpeed);
//int zoomSpeed = map(zoomBuffer, -50, 50, 80, 100);

myZoom.write(zoomPosition);

}
}
if(stringOut.length() >10){ //XY Position anfahren

String inPos = getValue(stringOut, ':', 0);
String inxSP = getValue(stringOut, ':', 1);
String inxSSpd = getValue (stringOut, ':', 2);
String inySP = getValue(stringOut, ':', 3);
String inySSpd = getValue (stringOut, ':', 4);
if (inPos == "XY"){

int inxP = inxSP.toInt();
int inxSpd = inxSSpd.toInt();
int inyP = inySP.toInt();
int inySpd = inySSpd.toInt();
XYPosition(inxP, inxSpd,inyP,inySpd);

}
}
if(stringOut == "ON"){
directBuf= 1;
}
if(stringOut == "HOME"){
directBuf=1;
Home();
}
if(stringOut == "ENCA"){

```

```

Serial.println(encA);

}
if(stringOut == "ENCB"){

Serial.println(encB);

}
if(stringOut == "STATE"){
Serial.println(directBuf);
}
if(stringOut == "STOP"){
Serial.println(directBuf);
}

if(motrot=="XFW"){
    directxBuf = 1;
}
if(motrot=="XBW"){
    directxBuf = 2;
}
if(motrot=="YFW"){
    directyBuf = 2;
}
if(stringOut=="Y"){
    directyBuf = 0;
}
if(stringOut=="X"){
    directxBuf = 0;
}
if(motrot=="YBW"){
    directyBuf = 1;
}
if (stringOut=="OFF"){
    directBuf=0;
}

if(directxBuf==1){
analogWrite (pinA1, motxsp);
digitalWrite (pinA2, LOW);
}
    if(directxBuf==2){

analogWrite (pinA2, motxsp);
digitalWrite (pinA1, LOW);
    }
if(directyBuf==1){
analogWrite (pinB1, motySp);
digitalWrite (pinB2, LOW);
}

```

```

}
  if(directyBuf==2){

analogWrite(pinB2, motysp);
digitalWrite(pinB1, LOW);
  }
  if(directyBuf==0){

analogWrite(pinB2, LOW);
digitalWrite(pinB1, LOW);
  }
  if(directxBuf==0){

analogWrite(pinA2, LOW);
digitalWrite(pinA1, LOW);
  }
if(directBuf==0){

digitalWrite(pinenA, LOW);
digitalWrite(pinenB, LOW);
  }
if(directBuf==1){
  digitalWrite(pinenA, HIGH);
digitalWrite(pinenB, HIGH);
}

  }
}
String getValue(String data, char separator, int index)
{
  int found = 0;
  int strIndex[] = { 0, -1 };
  int maxIndex = data.length() - 1;

  for (int i = 0; i <= maxIndex && found <= index; i++) {
    if (data.charAt(i) == separator || i == maxIndex) {
      found++;
      strIndex[0] = strIndex[1] + 1;
      strIndex[1] = (i == maxIndex) ? i+1 : i;
    }
  }
  return found > index ? data.substring(strIndex[0], strIndex[1]) :
"";
}
void XYPosition(int sxpos, int xspd,int sypos, int yspd){
  int difx=100;
  int dify=100;
  int curX = analogRead(A10);
  int curY = analogRead(A9);

```

```

while (curX!=sxpos || curY!=sypos){

    if (curX > sxpos){
        difx=curX-sxpos;
        // Serial.println(difx);
        if(difx<20){xspd=xspd/2;
        if(xspd<80){xspd+=50;}};
        //X > sx
        analogWrite(pinA2, xspd);
        digitalWrite(pinA1, LOW);

        //Serial.println(curX);

        /* if (curX<= sxpos+spdbreak && newcom<=5) {
            xspd=xspd*0.9;
            if (newcom<5){
                newcom++;
            }
        }*/
    }
    if(curX < sxpos){
        difx=sxpos-curX;
        if(difx<20){xspd=xspd/2;
        if(xspd<80){xspd+=50;}};
        // Serial.println(difx);
        //X > sx
        analogWrite(pinA1, xspd);
        digitalWrite(pinA2, LOW);

        //Serial.println(curX);

    }
    if (curX== sxpos)
    {
        digitalWrite(pinA2, LOW);
        digitalWrite(pinA2, LOW);
    }
    if(curY > sypos){
        dify=curY-sypos;
        //Serial.println(dify);
        if(dify<20){yspd=yspd/2;
        if(yspd<80){yspd+=50;}};
        analogWrite(pinB1, yspd);
        digitalWrite(pinB2, LOW);

        //Serial.println(curY);
        /*if (curY<= sypos+spdbreak && newcom<=5) {
            yspd=yspd*0.9+60;

```

```

        if (newcom<5){
            newcom++;
        }
    }*/

}

if(curY < sypos){

    dify=sypos-curY;
    if(dify<20){yspd=yspd/2;
    if(yspd<80){yspd+=50;}};
    // Serial.println(dify);
    analogWrite(pinB2, yspd);
    digitalWrite(pinB1, LOW);

    //Serial.println(curY);
    /*if (curY<= sypos+spdbreak && newcom<=5) {
        yspd=yspd*0.9+60;
        if (newcom<5){
            newcom++;
        }
    }*/
}

if(curY == sypos){

    digitalWrite(pinB1, LOW);
    digitalWrite(pinB2, LOW);

}

curX = analogRead(A10);

curY = analogRead(A9);
if(Serial.available() > 0)
{
    stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
    if (stringOut=="STOP")break;
}
if(difx+dify<3) break;
}
Serial.println("Position erreicht");
}

void XPosition(int sxpos, int xspd) //X Position automatisch anfahren
{
    Serial.println("Enter Function");
    int curX = analogRead(pinencA);
    int newcom= 0;
    int spdbreak = xspd/3;
    while (curX!=sxpos){

```

```

while (curX > sxpos){
  analogWrite(pinA2, xspd);
digitalWrite(pinA1, LOW);
  curX = analogRead(A10);
  Serial.println(curX);
  /* if (curX<= sxpos+spdbreak && newcom<=5) {
    xspd=xspd*0.9;
    if (newcom<5){
      newcom++;
    }
  }*/
  if(Serial.available() > 0)
{
  stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
  if (stringOut=="STOP")break;
}

  if (curX<= sxpos) break;

}
while (curX < sxpos){
  analogWrite(pinA1, xspd);
digitalWrite(pinA2, LOW);

  curX = analogRead(A10);
  Serial.println(curX);

  /*if (curX>= sxpos-spdbreak && newcom <=5) {
    xspd=xspd*0.9;
    if (newcom<5){
      newcom++;
    }
  }*/
  if(Serial.available() > 0)
{
  stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
  if (stringOut=="STOP")break;
}

  if (curX>= sxpos) break;

}
  if(Serial.available() > 0)
{
  stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
  if (stringOut=="STOP")break;
}

  if (curX== sxpos) break;
}

if (curX==sxpos){

```

```

        digitalWrite(pinA1, LOW);
        digitalWrite(pinA2, LOW);
        Serial.println("X-Position erreicht!");
    }
}
void YPosition(int sypos, int yspd) //Y Position automatisch anfahren
{
    Serial.println("Enter Function");
    int curY = analogRead(pinencB);
    int newcom= 0;
    int spdbreak = yspd/3;
    while (curY!=sypos){
        while (curY > sypos){
            analogWrite(pinB1, yspd);
            digitalWrite(pinB2, LOW);
            curY = analogRead(A9);
            Serial.println(curY);
            if (curY<= sypos+spdbreak && newcom<=5) {
                yspd=yspd*0.9+60;
                if (newcom<5){
                    newcom++;
                }
            }
            if(Serial.available() > 0)
        {
            stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
            if (stringOut=="STOP")break;
        }
            if (curY<= sypos) break;
        }
    while (curY < sypos){
        analogWrite(pinB2, yspd);
        digitalWrite(pinB1, LOW);
        curY = analogRead(A9);
        Serial.println(curY);

        /* if (curY>= sypos-spdbreak && newcom <=5) {
            yspd=yspd*0.9+60;
            if (newcom<5){
                newcom++;
            }
        }*/
        if(Serial.available() > 0)
    {
        stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
        if (stringOut=="STOP")break;
    }
        if (curY>= sypos) break;
    }
        if(Serial.available() > 0)

```

```

    {
        stringOut = Serial.readStringUntil('\n');
        if (stringOut=="STOP")break;
    }
    if (curY== sypos) break;
}

    if (curY==sypos){
        digitalWrite(pinB1, LOW);
        digitalWrite(pinB2, LOW);
        Serial.println("Y-Position erreicht!");
    }
}

void Home(){
    XPosition(524,100);
    YPosition(524,100);
    directBuf=0;
    Serial.println("HOME!");
}

```

## B Remoteheadcontrol.php

```

<?php

error_reporting(E_ALL);
ini_set('display_errors', '1');
include "PhpSerial.php";
$str = '';
$serial = new phpSerial;
$serial->deviceSet("/dev/ttyACM0");
$serial->confBaudRate(9600);
$serial->confParity("none");
$serial->confCharacterLength(8);
$serial->confStopBits(1);
$serial->deviceOpen();
sleep(2);

if(isset($_POST['serstr'])){
    $str=$_POST['serstr'];
    $serial->sendMessage("ON\n");
    $serial->sendMessage($str);
    $serial->deviceClose();
    echo $str;
}

```

```

$action = '';
if (isset($_POST['gphoto'])) {
    $str=$_POST['gphoto'];
    exec($str);
}

//$serial->sendMessage($str);

?>
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
<script src="jquery-3.4.1.min.js"></script>
        <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=UTF-8">
        <title>Remotehead Control</title>

    </head>
    <body> <span style="font-family: Frutiger;">Remotehead
Controller</span>
        <p></p>
        <br>
            <input style="margin-left:100px" id="rec" value="Record"
type="button"/> <input style="margin-left:100px" id="photo"
value="Foto" type="button"/> <input id="Home"style="margin-
left:100px" value="Home" type="button"/>
        <br>
            
        <br>
            
        <br>
            
        <br>
            <span style="font-family: Frutiger;">X Speed:</span> <input
min="50" max="255"
            value="150" class="slider" id="xspeed"
oninput="document.getElementById('xlabel').innerHTML = this.value"
            type="range"><label id="xlabel"></label> <br>
        <br>
            <span style="font-family: Frutiger;">Y Speed:</span> <input
min="50" max="255"
            value="150" class="slider" id="yspeed"
oninput="document.getElementById('ylabel').innerHTML = this.value"

```

```

        type="range"><label id="ylabel"></label> <br>
        <span style="font-family: Frutiger;">Absolute Position</span> <br>
        <p>X:</p><input name="X" type="text"
oninput="document.getElementById('xplabel').innerHTML =
this.value"><label id="xplabel"></label><p>Y:</p><input name="Y"
type="text"oninput="document.getElementById('yplabel').innerHTML =
this.value"><label id="yplabel"></label><input id="set_XY" value="Set"
type="button">

<br>
<br>
        <span style="font-family: Frutiger;">Focus</span> <br>
              <br>
<br>
<br>
<br>
        <span style="font-family: Frutiger;">Zoom</span> <br>
        <p>       </p>
<p><span>Blende</span> <span style="margin-left:190px">
Belichtung</span></p>
    <p><input name="iris" type="text"
oninput="document.getElementById('ilabel').innerHTML =
this.value"><label id="ilabel"></label><input id="set_iris"
value="Set" type="button">
    <input style="margin-left:50px" name="time" type="text"
oninput="document.getElementById('tlabel').innerHTML =
this.value"><label id="tlabel"></label><input id="set_time"
value="Set" type="button"></p>
    <p><br>
    </p>

<script>

$( "#up" ).mousedown(function() {
    var inputVal = document.getElementById("ylabel").innerHTML;
    var outputVal="YBW:"+inputVal+"\n";
    $outputStr=outputVal;
    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputStr},
        success: function (resp){
            if(resp=="true"){
                $(' .response' ).text (resp);
            }
            else{ $(' .response' ).text ("failure"); }
        }
    });

});

$( "#up" ).mouseup(function() {
    $outputVal="Y\n";

    $.ajax({

```

```

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});

$( "#left" ).mousedown(function() {
var inputVal = document.getElementById("xlabel").innerHTML;
var outputVal="XBW:"+inputVal+"\n";
$outputStr=outputVal;
$.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputStr},
    success: function (resp){
    if(resp=="true"){
    $(' .response' ).text (resp);
    }
    else{ $(' .response' ).text ("failure");}
    }
    });
});

$( "#left" ).mouseup(function() {
    $outputVal="X\n";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});

$( "#right" ).mousedown(function() {
var inputVal = document.getElementById("xlabel").innerHTML;
var outputVal="XFW:"+inputVal+"\n";
$outputStr=outputVal;
$.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputStr},
    success: function (resp){
    if(resp=="true"){
    $(' .response' ).text (resp);
    }
    else{ $(' .response' ).text ("failure");}
    }
    });
});

$( "#right" ).mouseup(function() {

```

```

$outputVal="X\n";

$.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputVal},
    });
});

$( "#down" ).mousedown(function()
{ var inputVal = document.getElementById("ylabel").innerHTML;
  var outputVal="YFW:"+inputVal+"\n";
  $outputStr=outputVal;
  $.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputStr},
    success: function (resp){
      if(resp=="true"){
        $(' .response' ).text(resp);
      }
      else{ $(' .response' ).text("failure");}
    }
    });
});

$( "#down" ).mouseup(function() {
  $outputVal="Y\n";

  $.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputVal},
    });
});

$( "#Home" ).click(function(){
  $outputVal="HOME\n";

  $.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputVal},
    });
});

$( "#ZoomFastOut" ).click(function(){
  $outputVal="ZOOM:0";

  $.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputVal},

```

```

    });
});
$("#ZoomMidOut" ).click(function(){
    $outputVal="ZOOM:1";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});
$("#ZoomSlowOut" ).click(function(){
    $outputVal="ZOOM:2";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});
$("#ZoomSlowIn" ).click(function(){
    $outputVal="ZOOM:3";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});
$("#ZoomMidIn" ).click(function(){
    $outputVal="ZOOM:4";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});
$("#ZoomFastIn" ).click(function(){
    $outputVal="ZOOM:5";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {serstr: $outputVal},
    });
});
$("#set_XY" ).click(function(){
    var YSVal = document.getElementById("ylabel").innerHTML;
    var XSVal = document.getElementById("xlabel").innerHTML;
    var XPVal = document.getElementById("xplabel").innerHTML;
    var YPVal = document.getElementById("yplabel").innerHTML;

```

```

var outputVal="XY:"+XPVal+":"+XSVal+":"+YPVal+":"+YSVal+"\n";
alert(outputVal);
$outputStr=outputVal;
$.ajax({

    type: "POST",
    data: {serstr: $outputStr},
    success: function (resp){
        if(resp=="true"){
            $(' .response' ).text (resp);
        }
        else{ $(' .response' ).text ("failure");}
    }
});
});
$("#photo").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-image";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {gphoto: $gcom},
        success: function (resp){
            if(resp=="true"){
                $(' .response' ).text (resp);
            }
            else{ $(' .response' ).text ("failure");}
        }
    });

});

$("#rec").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-movie";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {gphoto: $gcom},
        success: function (resp){
            if(resp=="true"){
                $(' .response' ).text (resp);
            }
            else{ $(' .response' ).text ("failure");}
        }
    });

});
$("#FocFastOut").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-preview --set-config
manualfocusdrive=2";

```

```

$.ajax({

    type: "POST",
    data: {gphoto: $gcom},
    success: function (resp){
        if(resp=="true"){
            $(' .response').text(resp);
        }
        else{ $(' .response').text("failure");}
    }
});

});

$("#FocMidOut").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-preview --set-config
manualfocusdrive=1";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {gphoto: $gcom},
        success: function (resp){
            if(resp=="true"){
                $(' .response').text(resp);
            }
            else{ $(' .response').text("failure");}
        }
    });

});

$("#FocSlowOut").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-preview --set-config
manualfocusdrive=0";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {gphoto: $gcom},
        success: function (resp){
            if(resp=="true"){
                $(' .response').text(resp);
            }
            else{ $(' .response').text("failure");}
        }
    });

});

$("#FocSlowIn").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-preview --set-config
manualfocusdrive=4";

```

```

$.ajax({

    type: "POST",
    data: {gphoto: $gcom},
    success: function (resp){
        if(resp=="true"){
            $(' .response').text(resp);
        }
        else{ $(' .response').text("failure");}
    }
});

$("#FocMidIn").click(function(){
    $gcom="sudo gphoto2 --capture-preview --set-config
manualfocusdrive=5";

    $.ajax({

        type: "POST",
        data: {gphoto: $gcom},
        success: function (resp){
            if(resp=="true"){
                $(' .response').text(resp);
            }
            else{ $(' .response').text("failure");}
        }
    });

    $("#FocFastIn").click(function(){
        $gcom="sudo gphoto2 --capture-preview --set-config
manualfocusdrive=6";

        $.ajax({

            type: "POST",
            data: {gphoto: $gcom},
            success: function (resp){
                if(resp=="true"){
                    $(' .response').text(resp);
                }
                else{ $(' .response').text("failure");}
            }
        });

    });

$("#set_iris").click(function(){

    var inputVal = document.getElementById("ilabel").innerHTML;

```

```

    var outputVal = "sudo gphoto2 --set-config-value
'/main/capturesettings/aperture="+inputVal+"'";

    $gcom = outputVal;

    $.ajax({

    type: "POST",
    data: {gphoto: $gcom},

    });

});

$("#set_time").click(function(){

    var inputVal = document.getElementById("tlabel").innerHTML;
    var outputVal="sudo gphoto2 --set-config-value
'/main/capturesettings/shutterspeed="+inputVal+"'";
    $gcom=outputVal;

    $.ajax({

    type: "POST",
    data: {gphoto: $gcom},

    });

});
</script>
<div class="response"></div>
</body>
</html>

```

## C Experteninterview Thomas Pinter (schriftlich)

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Thomas Pinter: nein

Martin Steger: Wenn nein vollständigen Namen und Berufsbezeichnung.

Thomas Pinter: Thomas Pinter, Kameramann

Martin Steger: Was war das erste Remoteheads system an das du dich erinnerst?

Thomas Pinter: Cams Head, ein in den 1980ern auf den Markt gekommenes System von einem italienischen Entwickler, dieses wurde in den 1990ern vom ORF ausgemustert. Zu diesem Zeitpunkt waren auf den Controllern auch noch keine Joysticks verbaut und eine eigene abgesetzte Recheneinheit notwendig.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile bieten die unterschiedlichen Remotesysteme (Domekameras bzw. Pan/Tilt Systeme für Systemkameras)?

Thomas Pinter: @ Domekameras

soweit ich sie kenne, kann man weder Optik noch Kamera je nach Einsatzgebiet tauschen, da es keine Modulbauweise aufweist.

@ Systemkameras

je nach Produktionsanforderung und Bauweise des Remoteheads können in Abhängigkeit der max. Traglast und Bauart des RH, eine Vielzahl an Kombinationen an Optiken, Kameras und Zubehörteilen zum Einsatz gebracht werden.

Martin Steger: Welche Steuerelemente sollte eine PTZ Remote enthalten?

Thomas Pinter: Einstellmöglichkeiten für separate Steuerung der Geschwindigkeiten der jeweiligen Achsen bzw. des Zooms. Goodies

wären Einstellung für das Ansprechverhalten der Joysticks, mögliche Personalisierungseinstellungen je nach Einsatzgebiet und Vorliebe des/der Operator und ergonomische Architektur des Desks.

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete in Ihrem Fall für Remoteheadkameras?

Thomas Pinter: Sportübertragungen, Show- und Konzertübertragungen live oder als Aufzeichnung.

Martin Steger: Welches System präferierst du für diese Einsatzgebiete?

Thomas Pinter: Ein System, das ich erst im Einsatz hatte war beispielsweise der MiniLibra, er hat den Vorteil gegenüber vielen Pan-, Tilt-, Rollysystemen, dass er in eine Richtung offen ist und somit nicht so viel Einschränkung, betreffend der Größe der Kamera und des Zubehörs bietet.

Er ist stabilisiert und liefert somit auch bei hohen Geschwindigkeiten im Sport sehr gute Qualität. Es gibt ein Bedienpanel und Pan-Bars als Steuerungsmöglichkeit.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile führt das Filmen mit DSLRs mit sich?

Thomas Pinter: Ich hab diverse Musikaufzeichnungen bzw. Kabarettis mit DSLR's gemacht, jedoch nie eine am Remotehead gehabt

Martin Steger: Welche Latenz darf die Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Thomas Pinter: idealerweise die systembedingt geringstmögliche, um so akkurat wie möglich agieren zu können

Martin Steger: Welche Einsatzgebiete kannst du dir für einen Webbrowser steuerbaren Remotehead vorstellen?

## **D Experteninterview Robert Schunker (schriftlich)**

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Robert Schunker: Nein.

Martin Steger: Wenn nein, bitte um deinen vollständigen Namen und Berufsbezeichnung.

Robert Schunker: Robert Schunker, E.U., professioneller Videotechniker

Martin Steger: Was war das erste Remoteheadsystm an das du dich erinnerst?

Robert Schunker: Das war damals die SONY EVI-Serie in SD steuerbar über RS232 und RS422.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile bieten die unterschiedlichen Remotesysteme?

Robert Schunker: Es gibt Unterschiede in der Verkabelung (PROP/VISCA/IP) und somit den maximalen Steuerdistanzen.

Der Sony RM-IP500 bietet beispielsweise keine Möglichkeit die Blende nicht in den Presets mitzuspeichern, es sollte ein Feature sein und keine Einschränkung.

Remoteheadsystm bieten die Möglichkeit die Kameras, welche sonst bei der Produktion auch im Einsatz sind fernbedienen zu können und so ein gleichmäßigeres Bild mit den anderen Kameras zu bieten.

Die Anordnung der Steuerelemente auf dem Controller sollte intuitiv gestaltet sein.

Martin Steger: Welche Steuerelemente sollte eine PTZ Remote enthalten?

Robert Schunker: Örtliche Steuerung (PAN/TILT), Focus, Blende, Farben, wichtige Paint-Elemente (KNEE, SAT., ...), POS. Speicher;

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete in deinem Fall für Remoteheadkameras?

Robert Schunker: Positionen, die für normale Kameras nicht erreichbar sind aber dennoch POS./Bewegungen gefordert sind.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile führt das Filmen mit DSLRs mit sich?

Robert Schunker: Eine DSLR ist ein Fotoapparat, sie nicht gut und stabil haltbar wackeln im Bild; Rotationen um Längsachse durch die kompakte Bauform erweisen sich als problematisch. Schiefer Horizont; Montage ist problematisch da sie meist nur eine Schraube zu diesem Zweck haben.

Martin Steger: Welche Latenz darf die Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Robert Schunker: Sollte natürlich möglichst kurz sein (Zehntelsekunden Bereich)

Martin Steger: Welche Einsatzgebiete kannst du dir für einen über Webbrowser steuerbaren Remotehead vorstellen?

Robert Schunker: Steuerung über Entfernungen hinweg; keine Installation erforderlich; eventuell Parallelsteuerung; mehrere Kameras

## **E Experteninterview Richard Bayerl (mündlich)**

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Richard Bayerl: Nein, ich möchte nicht anonym bleiben.

Martin Steger: Wenn nein, bitte um deinen vollständigen Namen und Berufsbezeichnung.

Richard Bayerl: Mein Name ist Richard Bayerl. Ich bin Kameramann. Lichtsetzender Kameramann in dem Fall.

Martin Steger: Was war dein erstes Remoteheadsystm an das du dich erinnerst?

Richard Bayerl: Das erste Remoteheadsystm mit dem ich gearbeitet habe, war das sogenannte Cyclops von der Firma Riha – mittlerweile im Konkurs. Und das Cyclops ist mittlerweile seit 10 Jahren eingemottet. Ist so groß wie zwei große Container gewesen, laut und riesig. War aber eher eine Motioncontroleinheit.

Martin Steger: Danke. Welche Vor- und Nachteile bieten für dich die unterschiedlichen Remotesysteme? Sprich Remotearm gegenüber Domekameras?

Richard Bayerl: Alles hat seine Vor- und Nachteile.

Martin Steger: Beim Remotearm nehme ich einmal an, dass man die unterschiedlichen Remoteköpfe verwenden kann.

Richard Bayerl: Genau.

Martin Steger: Welche Steuerelemente sollte eine Remotecontrol für dich haben?

Richard Bayerl: Ich finde eigentlich das im autonomen System „cool“, wo du „quasi“, je nach Neigung wie du die Hand hältst – das schaut aus, wie eine Gamekonsole eigentlich. Aber je nachdem – du hast einen Operator, der den Remotehead bewegt, der dreht dann „quasi“ die Kamera selbstintuitiv, je nach Neigung vom Controller machen. Das geht super. Der hat eingebaut vom Zoom bis zur Schärfe, das kann ich alles selber machen und bin damit Herr meiner Bilder und habe jemanden, der das für mich operated und ich operate nur den Head. Das ist „quasi“ etwas, was mir sehr gefällt. DJI ist halt relativ billiges „Klumpert“. Es gibt sophisticated irgendwie, aber das ist das mit dem ich das letzte Mal gearbeitet habe und das war eine „Gaude“.

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete für Remoteheadkameras?

Richard Bayerl: Werbung, Industrie, Film und Musikvideos.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile siehst du im Filmen mit DSLR Kameras?

Richard Bayerl: Ich bin kein Freund von DSLR Kameras. Sie haben ihre Berechtigung im No-Budget-Bereich. Sie haben ihre Berechtigung im Dokumentarfilmbereich, wo man nirgends hinkommt mit einer großen Kamera. Der Vorteil ist das geringe Gewicht. Der Nachteil ist, dass die Bilder einfach grauslich ausschauen. Das ist auch eine Tatsache. ??? ist meistens so „scheiße“, weil du es nicht benutzen kannst.

Martin Steger: Sprich mit einem besseren Codec wäre es wahrscheinlich besser?

Richard Bayerl: Ja, mit einem Codec wäre es wahrscheinlich besser.

Martin Steger: Welche Latenz darf eine Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Richard Bayerl: Ein paar Millisekunden darf das schon haben

Martin Steger: Was würdest du für Einsatzgebiete für eine Webbrowser basierte Steuerung sehen? Wo ich den Webbrowser links-rechts-hinauf-hinunter PAN/TILT bewegen kann?

Richard Bayerl: Sobald ich im Drohnenbereich unterwegs bin ist das nicht „deppert“, weil du da eigentlich viele Bilder mittlerweile übers Web machst und eigentlich den kompletten Bildfunk. Du hast auch deine Latenz usw. aber da kannst du dich „eingrooven“. Ich sehe es eher im Drohnenbereich.

## F Experteninterview Thomas Völkl (schriftlich)

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Thomas Völkl: nein

Martin Steger: Wenn nein vollständigen Namen und Berufsbezeichnung.

Thomas Völkl: Technischer Leiter, Bildmeister, Kameramann, Produzent, Bildregie

Martin Steger: Was war das erste Remoteheadsyste an das sie sich erinnern?

Thomas Völkl: automatische Kamera im Fernsehstudios sowie Remotekopf bei Kamerakränen (später SwissJib)

derzeit aktuell: Vinten Radamec FHR 35 im Einsatz, mit Steuerung CP4

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile bieten die unterschiedlichen Remotesysteme (Domekamas bzw. Pan/Tilt Systeme für Systemkamas)?

Thomas Völkl: Im hochwertigen Broadcastbetrieb werden nahezu ausschließlich bzw. vorrangig kameraunabhängige Remotesysteme verwendet.

Domekamas kommen in der Regel nur bei sehr eingeschränkten Budgets zum Einsatz oder wenn die örtlichen Platzverhältnisse Remoteköpfe mit Systemkamas nicht zulassen. Anders bei Einsätzen für Überwachungsaufgaben oder bei Videoproduktionen, die unterhalb der für Broadcastproduktionen erforderlichen Qualitätskriterien.

Die klassischen Remoteköpfe (Pan/Tilt) bieten größtmögliche Flexibilität, können also mit unterschiedlichen Kamas samt unterschiedlichem Zubehör betrieben werden, und bieten gegenüber den kleineren Domekamas vor allem folgende

Vorteile:

Bei notwendiger Kameraerneuerung (etwa von Röhrenkamas zu CCD, von analog zu digital, vom Bildformat 4:3 zu 16:9, von SD zu HD1080) konnten und können diese samt Steuerung und Zubehör stets weiterverwendet werden und müssen nicht zwangsläufig gleich beim System/Formatwechsel mitgetauscht werden, bzw. konnten auch Jahre später erst getauscht/erneuert werden, womit sich Investitionskosten reduzieren und besser aufteilen lassen.

Es können die Objektive an der Kamera je nach Anforderungen getauscht werden, lange und kurze Brennweiten, Weitwinkel bis zur 100fach Digisuper, Filter, Kompendien sind problemlos möglich

Bei defekter Kamera kann diese getauscht oder repariert werden, da leichter zugänglich

Kameras anderer Fabrikate können bei Bedarf ebenso montiert werden, wie Spezialkameras, etwa Superzeitlupenkameras (zb Biathlon Schießstand) oder Filmkameras

(auch digitale Fotoapparate können verwendet werden)

Zubehör wie Teleprompter (Autocue), Timerdisplays, deutliche Rotlichtsignalisierung samt Kameranummerierung, Vorschau-monitore, etc. können auch montiert und verwendet werden

Reaktion in Echtzeit ohne Verzögerung

Schnellere Bewegungen möglich (etwa bei Sportübertragungen, Ballsport, Motorsport inklusive Formel1, Ski- Biathlon, etc.)

Antriebe auch mechanisch reparierbar, Ersatzteile verfügbar - bei Dome-Geräten kaum bis gar nicht möglich

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete in Ihrem Fall für Remoteheadkameras?

Thomas Völkl: Positionen, wo die Kamera nicht direkt bedient werden kann

Kamerakräne (mit Kamerapersonal meist nur 3-4m möglich, mit Remotekopf aber 9-15m)

Gefährliche Bereiche (Biathlon Schießstand, Motorsport dicht an der Rennstrecke, über der Rennstrecke)

Unzugängliche Bereiche (zb Deckenkamera bei Handballübertragung, Schwimmsport, Klettern, Kirche/Gottesdienste und Feiern, etc)

Automatische Kamera bei Moderationen aktueller Sendungen ohne Kamerapersonal (auch Personaleinsparung)

Versteckte Kameras (zb im Orchester beim Neujahrskonzert)

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile führt das Filmen mit DSLRs mit sich?

Thomas Völkl: Nachteile: meist unterschiedliche Formate, Auflösungen; meist nicht justierbar und daher nachträgliche Farbkorrektur nötig

Martin Steger: Welche Latenz darf die Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Thomas Völkl: Bei Verwendung als Livekamera meist keine

Martin Steger: Welche Einsatzgebiete können sie sich für einen Webbrowser steuerbaren Remotehead vorstellen?

Thomas Völkl: Überwachung, Zufahrts-/Zutrittskontrolle, Fernüberwachung bzw – kontrolle, sowie viele Non-Broadcast Anwendungen

## **G Experteninterview Mathias Schopf (schriftlich)**

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Nein

Martin Steger: Wenn nicht vollständigen Namen und Berufsbezeichnung:

Mathias Schopf Medienfachmann für Medientechnik, AV-Techniker

Martin Steger: Was war das erste PTZ-System an das du dich erinnerst?

AW-HP360 mit RP655L Controller

Altes Remote Head System für ferngesteuerte SD-Systemkameras

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile bieten die unterschiedlichen Remotesysteme Domekameras bzw. Pan/Tilt Systeme für Systemkameras?

Vorteile: Auf Grund der mittlerweile sehr geringen Baugröße, sowie der relativ geringen Kosten stellen PTZ-Systeme insbesondere im OB-TV Bereich eine alternative zu großen bemannten Systemkamerazügen dar. (zB. Deckenmontage, schwer zugängliche Stellen und Bereiche) Ebenfalls sind diese oft im Einsatz bei kleineren Produktionen, wo an den Personalkosten gespart werden muss und viele statische Kameraeinstellungen benötigt werden. So werden beispielsweise bei Fix-Installationen in Radiostudios welche auf zeitgleiche Video-Live-Übertragung im Internet setzen um ihre Reichweite beizubehalten, Konferenzräumen, bei Gericht in Verhandlungssälen, im Officebereich und auch gerne Kirchen und OP-Sälen in Krankenhäusern Remote Systeme von einer oder wenigen Personen bedient und sind ohne Auf-und Abbau sofort einsatzbereit. Dies ermöglichte erst in vielen Bereichen die Einführung von Video-Übertragungen und Dokumentation, wo dies sonst aus Kostengründen oder/und Platzgründen undenkbar gewesen ist. In der Überwachungstechnik sind zB. Dome Kameras kaum noch wegzudenken. Sie bieten eine voll umfängliche und auch nahezu in Echtzeit steuerbare Erweiterung der statischen Überwachungskameras, was eine wesentlich genauere Überwachung von relevanten Bereichen in und außerhalb von Gebäuden und Flächen möglich macht. Auch die bereits sehr bekannten

Wetterkameras auf Wetterstationen sowie zur Verkehrsüberwachung auf Auto-Bahnen und Flughäfen bieten unzählige Vorteile und schaffen somit mehr Sicherheit für die Nutzer und Betreiber der Einrichtungen. Nicht zu vergessen sind ebenfalls Bereiche die für Menschen nicht bzw. nur unter gesundheitsschädlichen Umständen zugänglich sind wie im Bergbau, Atomkraftwerken, Sondermülllagerstätten und etc.

Nachteile: Günstige PTZ Kamera Systeme haben oft schlechte lichtschwache Kameras verbaut, welche bei dunkler Umgebung sehr schlechte Bilder liefern. Ebenso sind die meisten PTZ Systeme nur annähernd in Echtzeit steuerbar und nicht sehr genau bei der Positionierung, was bei Kameraeinstellungen mit großen Brennweiten (Tele-Bereich) ein zweckgemäßes arbeiten nahezu unmöglich macht. Es ist beispielsweise sehr schwer Objekte oder Personen genau und über längere Distanzen zu verfolgen, auch mit etwaigen „Trackingsystemen“. Einer größten Nachteile, der in der Arbeit im TV-Bereich mit PTZ Systemen das oft gewünschte oder erhoffte einsparen von Personal ad absurdum führt, ist die fehlende Möglichkeit viele oder mehrere Kameras gleichzeitig bewegen oder ansteuern zu können. Somit werden multiple Steuerpulte und Operatoren benötigt was zum gleichen personal- und Kostenaufwand wie bei bemannten Kamera-Systemen führt. Auch das automatische abfahren von eingespeicherten Positionen schafft somit keine Abhilfe und ist somit nur mit großem Personalaufwand umsetzbar. Steuersignale werden bei PTZ Systemen oft mit Seriellen Datenbussen übermittelt und haben daher eine Reichweiten Begrenzung zur folge. Kostenintensive Konvertierung und beispielsweise LWL-Datenleitungen sind somit ebenfalls schon bei strecken unter 100m notwendig um die Funktionalität zu gewährleisten. Schlussendlich werden somit nur spezielle Segmente der jeweiligen Anwendungsbereiche sinngemäß durch PTZ-Systeme bereichert, was schlussendlich die Einsetzbarkeit stark einschränkt. In nahezu allen relevanten Bereichen dieser Kamerasysteme gibt es jedenfalls im vergleich zur Robotertechnik bekannter „Robotik-Arme“ Emesen nach- bzw. Aufholbedarf um an die der Industrie geltenden und derzeit aktuellen Standards aufzuschließen und dadurch auch eine reale Konkurrenz für Bemannte Systemkamerazüge sein zu können.

Martin Steger: Welche Steuerelemente sollte eine PTZ Remote enthalten?

Abhängig vom Einsatzbereich und dem Kenntnissen der Operatoren, lässt sich all übergreifend sicher folgendes als mindest-Standard definieren: Schwenken, Neigen, Zoomen (Änderung der Brennweite der Objektive) durch Drehpotentiometer (Drehregler), Joystick (Steuerknüppel), Druckempfindliche Potentiometer wie bei Zoom-Wippen, Indikator Anzeigen für den aktuellen Status der jeweiligen Einstellungen, ein ausreichendes Anzeigesystem (Display) zur Einstellung und Konfiguration der multiplen PTZ-Einheiten, Steuerbusse und Benutzerspezifischen Funktionen und etwaigen Sondertasten zur freien Belegung.

Ebenfalls sollte es Druckknöpfe zum Abrufen und Speichern von vordefinierten Positionen der PTZ-Einheiten besitzen, (sogenannte cues) welche einen schnelleren Positionswechsel oder auch das Abfahren von Punkt-zu Punkt Strecken ermöglicht. Idealerweise sind viele dieser Steuerelemente den bereits etablierten Steuerelementen bemannter Kamerasysteme nachempfunden und ergonomisch sowie übersichtlich und benutzerfreundlich auf dem Steuerpult angeordnet. Intuitive Bedienbarkeit muss an oberster Stelle stehen um ein schnelles und zuverlässiges Arbeiten mit den multiplen PTZ-Einheiten im Systembetrieb zu ermöglichen. Das fehlen von relevanten Einstellungsmöglichkeiten der Kameras bei nahezu allen am Markt erhältlichen Steuerpulten ist einer der Hauptgründe um vom Echtzeitbetrieb solcher PTZ-Systeme großen Abstand zu nehmen. Eine OSD-Menüführung wie sie bei den meisten PTZ-Systemen üblich ist, verhindert einen gleichzeitigen Einsatz der Kamerabilder während Einstellungen verändert werden und auch die ein bedienen der anderen PTZ-Einheiten. Abseits davon könne die meisten Steuerpulte nicht einmal die Hälfte der notwendigen Funktionen und Einstellungen vornehmen weil an der Entwicklung der Software gespart wurde und oder die Steuerelemente dafür komplett fehlen. Dies bedingt ein Einstellen der einzelnen Einheiten per IRFernbedienung und macht einen remote Einsatz nur nach vorheriger Konfiguration möglich und eine Änderung der Konfiguration während dem laufenden Betrieb unmöglich. Ein häufiges Beispiel gerade bei kleinen kostengünstigen PTZ Steuerpulten ist das Fehlen der „Enter“ Bestätigungstaste, um die im durchaus aufrufbaren OSD-Menü möglichen Einstellungen auch wirklich vornehmen zu können. Auch Funktionen wie ND-Filter, Farbeinstellungen, Wechsel der Manuellen und Auto-Modi sind nur bedingt möglich und behindern den gleichzeitigen Betrieb der anderen PTZ-Einheiten im System. Um eine denkbare alternative im TV-bereich sein zu können, müssten die Hersteller solcher Systeme unterschiedliche Steuerpulte anbieten, die gleichzeitig von mehreren Operatoren bedient werden können und auch den gleichzeitigen Zugriff auf die jeweiligen PTZ-Einheiten möglich machen. Beispielsweise Steuerpulte für die Kamerapositionierung und Positionsspeicher mit erweiterten Bedienelementen wie bei bemannten Kamerazügen und Steuerpulte mit Blendenhebel einem OSD-Menü Display das nicht auf der Bildausgabe der Kamera liegt welches den PTZ-Einheiten zuteilbar ist um den Bildtechniker über mehrere solcher Steuerpulte die Möglichkeit zu geben alle relevanten Einstellungen einer Produktion gerecht zu werden. Solche Systeme gibt es derzeit nur in der Kombination von PT-Remote Heads mit darauf extra zu montieren Systemkamerazügen und erweiterten Remote-Steuerelementen für Fokussierung und Brennweitenänderung der Objektive. Diese sind extrem kostenintensiv und wesentlich Personal-aufwendiger als normale bemannten Systemkamerazüge und kommen normalerweise nur bei Bedarf im High-End Bereich von TV-Live Produktionen und Filmproduktionen, auf

Track- bzw. Dolly-Systemen und Kränen zum Einsatz. (siehe Remote-Dollies/Tracks für PTZ-Systeme, Cat-CamSysteme, Wire-flying-cameras)

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete in deinem Fall für Remoteheadkameras? Kleine und personalschwache TV-Live Produktionen, Pressekonferenzen mit ausschließlich statischen Kamerapositionen und planbarem Ablauf, schwer und unzugängliche Kamerastandorte. Eigentlich experimentiere ich bei allen meine Produktionen mit Remote-Kameras herum, weil ich der festen Überzeugung bin dass diese in Zukunft viele unabdingbare Vorteile bieten werden und eine Kostenersparnis auf Grund von einsparbaren Kamerapodesten, gerüstbautürmen und etc. bieten werden können. Beispielsweise habe ich bei einer Produktion für das Österreichische Bundesheer (Militärische Sportveranstaltung) eine PTZ-Einheit auf einem auf 8m Höhe ausgefahrenen Gabelstapler-Arm montiert und somit eine Kameraposition geschaffen die perfekt die komplette Strecke des Hindernislaufs übersichtlich zeigen konnte. Mit einer weiteren Funk-Schulterkamera (bemannt) und 2 weiteren statisch positionierten PTZ-Einheiten konnten wir so zu dritt eine komplette perfekte Produktion durchführen (Kameras, Live-Schnitt, Live-Streaming, etc.) und haben dabei 3 Mitarbeiter, die in dieser Produktion aus dem Budget gestrichen wurden, sogar mit interessanteren Kamerapositionen ersetzt.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile führt das Filmen mit DSLRs mit sich?

Vorteile: Kostengünstige alternative zu teuren Cinema-kameras mit ähnlichem Look „Schärfentiefe“ durch den Einsatz von vorhandenen Foto-Objektiven. Montage auf kleinen leichten Gimbal-Systemen eröffnen ganz neue Einsatzmöglichkeiten und Aufnahmen wie bei teuren großen Filmproduktionen. DSLR und DSLM Kameras haben eine „Günstig“ Ära in der Filmproduktion eingeläutet und sind nicht mehr wegzudenken. Unzählige wirklich gut umgesetzte Produktionen weltweit wurden somit erst möglich. Vor allem werden damit Kunden im Low-Budgetbereich bedient, welche sich die Erstellung dieser Filme niemals hätten leisten können. Dies betrifft insbesondere die En-Kunden-Segmente wie beispielsweise Hochzeiten, kleine und mittlere Veranstaltungen, Werbefilme, ImageFilme, etc. Auch der Bereich der KMU's (Klein und Mittelbetriebe) hat somit die Möglichkeit mit hochwertigen Werbefilmen im weltweiten Wirtschaftswettbewerb Konkurrenzfähig zu bleiben und auch mit den großen Konzernen mithalten zu können, welche ein vielfaches an Werbebudget haben. Schlussendlich darf man die Urlaubsfilmemacher auch nicht außer Acht lassen und Dokumentar-Filme welche somit ein Upgrade in jeglicher Hinsicht erhielten. Auch die klassischen Sitcoms und Fernsehfilm Produktionen wurden somit günstiger und umfänglicher.

Jedenfalls kann man behaupten, dass die Möglichkeit mit DSLR und DSLM Kameras Video-Aufzeichnungen zu machen die Branche weltweit in kürzester Zeit

revolutioniert hat und viel mehr Produktionen seit damals stattfinden als davor. (Siehe auch Entstehung der RED-Kameras, welche den gleichen Ansatz hatten, Filmproduktionen günstiger in gewissen Segmenten möglich zu machen, wie das Upgrade der DSLR und DSLM-Hersteller mit der Einführung der Video-Aufzeichnung auf den Fotoapparaten.)

Nachteile: Bei hochwertigen Filmproduktionen und vor allem in der Filmbranche stießen die neuen „Cinema Fotoapparate“ auf große Ablehnung. Einbußen im Verdienst der Mitarbeiter und Filmschaffenden, weniger Aufträge, hektischer und schnellere Produktionsabläufe und ein Qualitätsverlust sowie dadurch auch Wissensverlust, eine Banalisierung der Filmwissenschaft waren und sind teilweise die Folge dieser kleinen Änderung an Fotoapparaten. Allerdings wurden dadurch kleinere CinemaKameras im Digitalfilmbereich denkbar und mit Kameras wie der Arri Alexa Mini zu richtigen Rennern in der Branche. (siehe auch Film und Luftbildaufnahmen mit unbemannten Luftfahrzeugen und Gewichtsbeschränkung) Abhängig von den damals verbauten Bildsensoren war das Erstellen brauchbarer Bildaufnahmen mit DSLR und DSLM Kameras nur unter bestimmten Bedingungen möglich. Bewegte Aufnahmen und schnelle Schwenks waren nicht überzeugend auf Grund der schlechten und langsamen C-Mos Sensoren. Diese waren ja auch für Fotoaufnahmen geschaffen, also Einzelbilder und nicht Bildserien von 24 und mehr Bildern pro Sekunde. Fehlende Kühlelemente in den Fotoapparaten und langsame Speichermedien führten zu ausschließlich kurzen Aufnahmedauern und schränkten damit die Produktionsdauer von längeren Aufnahmen ein bzw. machten diese unmöglich. Trotz dieser und vieler weiterer Nachteile führte die hohe Nachfrage und der allgegenwärtige Einsatz zu Weiterentwicklung der Bildsensoren insbesondere im C-Mos Bereich, wovon auch die Filmkamera-Herstellende Branche stark profitierte. Mittlerweile sind die meisten Hersteller von Fotoapparaten auch zur Weiterentwicklung in den Spiegellosen DSLM Bereich übergegangen, weil die wartungsanfällige Konstruktion ausschließlich auf Grund der damals fehlenden kleinst-Displays für die Kamera Sucher notwendig war um den Fotografen eine adäquate Vorschau zu bieten. Dies wiederum führt zur besseren Belichtung des Bildsensor und macht somit auch in dunklen Situationen bessere Aufnahmen möglich, was gerade im Bereich der DSLM Kameras immer wieder ein neues Verkaufsargument ist. (siehe Sony Alpha Serie, Canon etc.) Die Profiteure waren also in erster Linie bis heute die Amateure und Low- und Nonbudget Bereiche des internationalen Films. Alles hat Vor- und Nachteile, die großen Institutionen sind somit gefordert den professionellen Bereich des Kino- und TVFilms die Universitäten und das Wissen aufrecht zu erhalten. Die Industrie, der Handel und der Endkonsument werden es nicht machen.

Martin Steger: Welche Latenz darf die Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Eine der Situation angebrachte – im Idealfall keine, also technisch betrachtet eine die Nanosekundenbereich liegen würde. Die Latenz der Steuerungen bei allen bekannten High-End PTZ-Systemen ist jedenfalls maximal erträglich bis unzureichend auszuweisen.

Martin Steger: Welche Einsatzgebiete kannst du dir für einen Webbrowser steuerbaren Remotehead vorstellen?

Überwachungstechnik im Sicherheitsbereich, sowie der privaten Überwachungstechnik von Kleinstkindern und Babys bis zur Landwirtschaft. Es gibt sicher unzählige Einsatzzwecke für Web-browser basierte Steuerungen, mitunter waren diese ja auch technisch bedingt der logische Vorgänger der PTZ-Steuerpulte / PTZ-Remotes) im IP-PTZ Segment, wo das Steuerpult immer erst die Draufgabe zur PTZ-Einheit ist und meistens nur teuer und schwer erhältlich. (ausgenommen PTZ-Systeme in professionellen Bereichen wo IP-Steuerungen zur Distanzüberwindung und nicht zur Kostenreduktion wie im Consumer Bereich verwendet werden / siehe Serielle-Steuerbusse.)

## H Experteninterview Michael Ardel (schriftlich)

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Nein

Martin Steger: Wenn nein vollständigen Namen und Berufsbezeichnung.

Michael Ardel, selbstständiger Veranstaltungstechniker

Martin Steger: Was war das erste Remotehead-System an das du dich erinnerst?

Michael Ardel: Das war eine Art Domekamera, im Einsatz für Zeitrafferaufnahmen bei der Firma Riha, im Gehäuse war eine Kamera befestigt, der Kopf bewegte sich auf Position.

Eine Art Abdeckung wurde geöffnet vor dem Objektiv und danach ein Bild aufgenommen. Danach wurde sie geschlossen, neu positioniert und nach einer gewissen Zeit wieder ein Foto aufgenommen. Zu sehen sind die Aufnahmen die damit gemacht worden im Video „Impressions of Vienna“ von Georg Riha.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile bieten die unterschiedlichen Remotesysteme Domekameras bzw. Remoteheads?

Michael Ardel: Für die Veranstaltungstechnik sind PTZ-Kameras dezenter in das Bühnenbild zu integrieren, leichter und kompakter. Sie amortisieren sich auch schneller aus wirtschaftlicher Sicht. In der Veranstaltungstechnik ist auch die Nutzungsdauer eine längere, denn solange nicht die restliche Infrastruktur für den Livebetrieb existiert, muss man noch auf die vermeintlich veraltete Technik setzen.

Sie bieten für den Kunden oft eine günstigere Alternative, da sie für statische Aufnahmen oftmals vom Bildmeister mitbetreut werden können.

Beispielsweise existieren auf dem Markt schon 8K-Kameras und 8K-Projektoren jedoch keine Umschalter und Videomischer.

Remoteheads versetzen ihre Position leichter und machen, je nach eingesetzter Kamera ein besseres Bild als die PTZ-Kameras.

Martin Steger: Welche Steuerelemente sollte eine PTZ Remotecontrol enthalten?

Michael Ardelt: Eine Steuerung für Pan und Tilt, Zoom, Focus, sowie die Belichtungsparameter

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete in Ihrem Fall für PTZ-Kameras?

Michael Ardelt: Veranstaltungen, wie Konferenzen, Corporate Events und politische Veranstaltungen

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile führt das Filmen mit DSLRs mit sich?

Michael Ardelt: Ich sehe den Einsatzzweck für DSLR-Filme, am ehesten in der Low-Budget Imagefilm und Making-of Produktion, da dort oftmals eine Bildgestaltung gefragt ist die sich sonst nur mit wesentlich teureren Filmkameras erzeugen lassen. Auf jeden Fall nicht in der Live-Produktion der Veranstaltungstechnik.

Martin Steger: Welche Latenz darf die Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Michael Ardelt: Ein paar Millisekunden, sie muss so gering sein, wie nur irgendwie möglich. Sobald es für den Bedienenden als störend empfunden wird ist die Steuerung nutzlos für den Einsatz.

Martin Steger: Welche Einsatzgebiete kannst du dir für einen Webbrowser steuerbaren Remotehead vorstellen?

Michael Ardelt: Wenn es schnell und unmerkbar schnell ist, lassen sich viele Einsatzgebiete erschließen, jedoch ist mir eine solche Webbrowsersteuerung noch nicht untergekommen. Daher ist sie aus meiner Sicht eher in der Überwachungstechnik anzusehen.

# I Experteninterview Anonym1 (mündlich)

Martin Steger: Welche Parameter sind für die Qualität eines Remoteheads ausschlaggebend?

Antwort: In erster Linie die Stellgenauigkeit. Die sollte wirklich auch wiederholt genau sein, weil ich eben auch Shots abspeichern kann. Das zweite ist die Lautstärke. Es ist ganz wesentlich, dass sie leise sind, weil die beim Konzert verwendet werden oder auch an Positionen, wo Lautstärke nicht gefragt ist. Auch bei Diskussionen, zum Beispiel. Die intuitive Steuerung ist ganz wichtig. Also, dass der Joystick wirklich ganz präzise funktioniert, man mit dem Joystick Kurven einstellen kann. Und ansonsten ist auch wesentlich das Gewicht und die Abmessungen. Gewicht und Abmessungen sind ganz wichtig, insbesondere auf Positionen, wo kein Platz ist. Deshalb braucht man ja Remoteheads.

Martin Steger: Das Gewicht jetzt in Bezug auf die Kamera oder auf den Remotehead selbst?

Antwort: Das Gesamtgewicht, damit ich auch Positionen nutzen kann oder mich irgendwo „draufhängen“ kann, wo die Remoteheads auch irgendwo am Gerüst hängen, da ist das Problem, dass dies manchmal auch auf Halterungen ist, die nicht für große Lasten ausgelegt sind. Darum darf der auch nicht zu schwer sein.

Martin Steger: Danke. Welche Geschwindigkeit haben typischerweise Remoteheads?

Antwort: Der Remotehead von dem wir da gerade jetzt sprechen hat eine Maximalgeschwindigkeit von 60 Grad pro Sekunde und eine Minimalgeschwindigkeit von 0,01 Grad pro Sekunde.

Martin Steger: Die Latenz dieses Remoteheads...?

Antwort: ist kaum spürbar.

Martin Steger: Welche Elemente sind für die Steuerung elementar „quasi“? Also welche Steuerungselemente müssen auf jeden Fall verfügbar sein auf dem Controller?

Antwort: In dem Fall PAN and TILT, also Schwenken und Neigen der Kamera, die Zoomfunktion und der Fokus. Alles andere läuft dann über den Ü-Wagen oder auch über die CCU.

## J Experteninterview Anonym2 (schriftlich)

Martin Steger: Möchtest du anonym bleiben?

Antwort: Grundsätzlich ja

Martin Steger: Wenn nein vollständigen Namen und Berufsbezeichnung:

Antwort: Selbstständig (prof. Videotechnik)

Martin Steger: Was war das erste Remoteheads system an das du dich erinnerst?

ARRI SRH-3 Stabilized Remote Head Pro Set

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile bieten die unterschiedlichen Remotesysteme Domekameras bzw. Pan/Tilt Systeme für Systemkameras?

Vorteile: günstige Kosten, schnell aufbaubar, ermöglicht diverse Vorteile zur Montage wie zb. Deckenmontage, Autobahnen,...

Nachteile: günstige Kameras haben bei Dunkelheit schlechte Bildqualität, Steuerung reagiert zu langsam, man benötigt trotzdem Personal wegen der Steuerung,....

Martin Steger: Welche Steuerelemente sollte eine PTZ Remote enthalten?

Alles was benötigt wird um eine Kamera zu steuern => Zoom wippe, dreh Regler, diverse Programmierbare knöpfe, Joystick, cat Anschlüsse, eventuell USB, RS485,...

Martin Steger: Was sind die Haupteinsatzgebiete in ihrem Fall für PTZ-kameras? Pressekonferenz, Veranstaltungen bei denen wenig Platz ist, diverse Veranstaltungen wo ein Mann bzw. Frau mehrere Kameras bedienen muss.

Martin Steger: Welche Vor- und Nachteile führt das Filmen mit DSLRs mit sich?

Man kann Sie bedingt syncen, Sie erhitzen sehr leicht

Martin Steger: Welche Latenz darf die Steuerung des Remoteheads maximal aufweisen?

Am besten sollten Sie keine Latenz aufweisen, aber in der Praxis ist das nicht möglich.

Martin Steger: Welche Einsatzgebiete kannst du dir für einen Webbrowser steuerbaren Remotehead vorstellen?

Für diverse Bar's, Lokale, Sicherheits Firmen (Group 4, ÖWD, die verschiedene Firmenstandorte überwachen müssen),....