

# **Technische Entwicklung eines Schleifenmagazins (OiZ-Magazin)**

Erste Bakkalaureatsarbeit im Fach Kamera und Bildtechnik

bei Prof. Walter Kindler

von Christoph Brunner

Januar 2006

## Inhalt

1. Einleitung
2. Digitale Tests
3. High Definition Video im Vergleich mit 35mm Film
4. Klebetechniken von 35mm Negativfilm
5. Kinematik
6. Filmmaterial und Belichtung
7. Entwurf eines Rollenmagazin
8. Entwurf eines selbstorganisierten Endlosmagazins
9. Kassettenmaul und Basis des OiZ-Magazins
10. Magazinkörper und Antrieb
11. Ein- und Auslegen des OiZ-Magazins
12. Verwendung von Polyesterfilm

## 1. Einleitung

Diese Arbeit dokumentiert die Herstellung eines Schleifenmagazins für eine Filmkamera. Grundlage dafür sind die Überlegungen der "Orte in Zeiten"-Methode (OiZ), einer Theorie zur ununterbrochen wiederkehrenden Belichtung von Filmmaterial mit der neue eindruckstarke visuelle Erscheinungsformen gefunden werden sollen. Eine detaillierte Beschreibung des Projekts und einige Filmbeispiele sind im Internet unter [www.orteinzeiten.net](http://www.orteinzeiten.net) zu finden.

Die selbst gestellte Aufgabe war es, einen Weg zu finden, eine möglichst lange ununterbrochene Aufnahme in normaler Filmgeschwindigkeit (24 bzw. 25 fps) zu einem möglichst langen Film durch eine möglichst große Zahl an Wiederbelichtungen bei möglichst hoher Qualität (Auflösung) möglichst kostengünstig zu komprimieren.

Begriffserklärungen:

Der in der Arbeit verwendete Ausdruck OiZ-Aufnahme meint analoge wie digitale Filmaufnahmen die nach dem Prinzip einer ununterbrochen wiederkehrenden Belichtung einer definierten Anzahl von Filmbildern entstehen. Der Begriff OiZ-Magazin bezeichnet das in der Zusammenarbeit von Martin Reinhart und mir entwickelte Schleifenmagazin dessen Entwicklung in dieser Arbeit dokumentiert wird.



### 3. High Definition Video im Vergleich mit 35mm Film

Schon bei dieser ersten digitalen OiZ-Aufnahme versuchten wir den relativ simplen Prozess des Zerlegens der Bilder und das verhältnismäßige Addieren zu automatisieren. Allerdings war es uns mit der zur Verfügung stehenden Software (Avid Xpress, Discreet Combustion, Adobe Photoshop und After Effects) nicht ad hoc möglich.

Allerdings wäre die Automatisierung, zwar nicht im Sinne einer einfachen Stapelverarbeitung (Batchprocessing), sondern durch die deutlich aufwändigere Programmierung eines Effektfilters (Plug-In) möglich. Bevor wir mit der Entwicklung eines Plug-Ins anfangen, wollten wir zuerst die Grenzen einer digitalen Lösung noch mit denen einer Analogen vergleichen:

#### Plug-In

Mit dem Anspruch einer möglichst hohen Auflösung reduzierte ich meine digitalen Überlegungen auf das professionelle HD Format "HDCam" bzw. das unkomprimierte "HDCam SR" und durchdachte es in der ersten Variante mit einem zu entwickelnden OiZ-Plug-In. Für die Aufnahme wäre demnach eine HDCam Kamera, zum Speichern eine externer Recorder für große Kassetten mit der Maximallänge von leider nur 180 Minuten bzw. ein Festplattenrecorder, für die Bearbeitung eine voll HD fähige Arbeitsstation mit unserem Plug-In notwendig. Die kritischen und auch mit erheblichen Kosten verbundenen Punkte dabei sind der große Datenspeicherplatz auf der einen und der enorm hohe zeitliche Aufwand in der Postproduktion auf der anderen Seite.

#### Linier & Realtime

In einer zweiten Variante - immer noch auf digitalen Weg – fallen beide kritischen Punkte weg. Nämlich wenn wir anstatt des Recorders und des nonlinearen Plug-Ins eine realtime-Maschine entwickeln die einen anliegenden HD Datenstrom aufnehmen und in Echtzeit eine OiZ-Aufnahme generieren kann. Die Maschine müsste lediglich jeden "Durchlauf" mit der "Zwischensumme" der letzten "Durchläufe" im richtigen Verhältnis addieren. Damit wäre zwar das Problem des massiven Speicheraufwandes gelöst, aber gleich ein Neues, nämlich die Anschaffung eines extrem leistungsstarken Rechners mit HD-Eingang, geschaffen.

## Analoge Filmschleife

Auch auf dem analogen Weg schränkte ich mich aus Qualitätsgründen auf das 35mm Format ein. Grundsätzlich ist damit auch eine Variante denkbar bei der man das Medium Film nur zur Aufzeichnung verwendet. Allerdings ist die Filmlänge auf die größten Filmrollen (600 Meter - ca. 20 Minuten) beschränkt. Gleichzeitig ist die Bearbeitung des gesamten Materials am aufwendigsten, denn dafür sind lange Arbeitszeiten am optischen Printer (Oxbery) bzw. erst recht eine digitale Kopie (2k Scan) und ein Plug-In notwendig. Die bestechend einfachste Variante und wahrscheinlich auch Kostengünstigste ist die Entwicklung eines Schleifenmagazins für eine 35mm Kamera. Primär deshalb, weil der gesamte Prozess innerhalb der Kamera abläuft und für die OiZ-Aufnahme keine weiteren Bearbeitungsschritte und somit Filmmaterial, Arbeits- und Renderzeit notwendig sind. Allerdings war es auch für Experten von Kodak bzw. Technikern des Kopierwerks und der Kamerahersteller nicht abschätzbar, wie viele Durchläufe der Film, genau genommen die Perforation und die Klebestelle, in der Kamera aushält. Der Bildstand, die Belichtung und die maximale Schleifenlänge waren die ebenfalls unbeantworteten Fragen dieser Variante.

Fasziniert vom konzeptionellen Reiz, aber auch mit einem Auge auf dem uns zur Verfügung stehenden Budget, habe ich den analogen Weg als spannendsten und auch realistischsten empfunden. Größter Nachteil dieser elegante Variante lag sicherlich darin, dass Probleme im Prozess oft schwer zu lokalisieren, spät erkannt und auch meist zum Verlust der Aufnahme führen, während auf digitalem Weg ein Fehler sofort bemerkt werden würde und dieser möglicher Weise noch am Set korrigiert werden könnte.

#### 4. Unterschiedliche Klebetechniken von 35mm Negativfilm

Nächster Schritt am Weg zum Schleifenmagazin war es herauszufinden, wie viele Durchläufe eine Filmschleife in der Kamera aushält. Mein definiertes Ziel von 1000 Mal passte mit den Erfahrungen der Techniker beim Kamerahersteller Moviecam bzw. beim Kopierwerk Listofilm nicht ganz zusammen. Moviecam berichtete von 32-facher Belichtung des selben Negativs, allerdings wurde bei jedem Mal die Kamera abgestellt und der Film zurückgefahren, Listofilm von maximal 60-facher Kopierung einer Negativschleife bei Massenkopien von Werbungen. - Beides Werte die es deutlich zu schlagen galt.

Eine Arri III 35mm Filmkamera mit einem kleinen Magazin und einer Open-Gate-Mattscheibe war der Ausgangspunkt zahlreicher Tests von Klebetechniken. Dass wir beim ersten Versuch mit altem Schwarzweißmaterial, das mit einer Positiv-Trockenklebepresse zu einer Schleife geklebt wurde (noch ohne Magazin), die Kamera nach über 100 Durchläufen abschalten konnten, motivierte uns sehr, war aber leider nur ein Zufallstreffer. Eine selten so präzise und dünnen Klebestelle (mit Klebeband) und das deutlich dünnere Schwarzweißmaterial müssen die Ursachen gewesen sein, denn schon bei den nächsten Versuchen kamen wir über einen Durchlaufzahl von 10 nicht hinaus.



*Pic. 1: Filmkit (Kleber), Nassklebepresse und Filmhobel*

„Nass Kleben“ ist die Alternative mit der wir dünnere Klebestellen erzielen sollten. Das Werkzeug und das Know-how des Nass-Kleben wird, im Gegensatz zu der in jedem

Kinovorführraum zu findenden Klebebandtechnik, nur mehr in den Kopierwerken verwendet. Martin Bobal und Franz Rabl der Firma Listofilm konnte ich für das Projekt begeistern und von ihnen wurde mir der Einstieg in die Kunst des Nass-Klebens gezeigt. Ad Hoc schafften wir damit ca. 100 Durchläufe.

Alle Klebestellen wurden bis dahin allerdings im Hellen gemacht. Für eine richtige Aufnahme war es natürlich erforderlich die Filmschleife in absoluter Finsternis einzulegen. Mit dem Kopierwerkstechniker Martin Bobal unternahm ich den ersten Versuch eine unbelichtete schleife in der Dunkelkammer in die Arri III einzulegen und zu kleben. In die Kamera wurde eine genau 50 Kader (200 Perforationslöcher) lange Filmschleife eingelegt, sodass sich das Magazin gerade noch schließen lies. Auf die angetriebene Achse im Magazin steckte ich einen leeren Bobby um die Beschädigung des Filmmaterials möglichst gering zu halten und um den Film richtig abzulängen fertigten wir einen nummerierte Musterfilmstreifen als Lineal an. Mit geladener Kamera, aber einer sehr fragwürdigen Klebestelle, konnten wir nach über 2 Stunden die Dunkelkammer wieder verlassen und die erste analoge OiZ-Aufnahme starten. Die Gumpendorferstraße direkt vor dem Kopierwerk war das Motiv für diese Aufnahme. Aus Skepsis über die Klebestelle rechneten wir bei der Belichtung nur mit einer Aufnahmedauer von 50 Sekunden - also 25 Durchläufe auf 2 Sekunden Film. Tatsächlich hielt die Klebestelle und wir konnten die erste analoge OiZ-Aufnahme entwickeln.



*Pic. 2: Kader 1 bis 14 und Kader 45 von der ersten analogen OiZ-Aufnahme*

Diese erste Aufnahme überraschte mich in Bezug auf die Qualität des Bildes sehr positiv. Die Verschrammung des Materials war trotz des ungeübten Einlegens nicht besonders stark und vor allem die Schärfe und der Bildstand der Aufnahme waren bestechend. Die Durchlaufzahl und die Länge der Schleife waren natürlich noch weit hinter den Anforderungen zurück.

LaufNr.	Datum	Person	Hell / Du Kamera	Magazin	Filma	Kleber	Hobel	Prese	Schlaufenlän	FPS	Klebezeit	Klebart	Stegposition	Abbruch	Sofort Ausgeschalten	Klebestelle gerissen	Abrieb / Schrammen	Dauer in sek	Entwickelt	Motiv	Testverlauf	Belichtungen pro Fra
1	30.04.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 SW	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	A		ja	ja	ja	ES kaum TS längschrannen	390	nein	-	zuerst sehr leise, kurz vor r0 laut	195	
2	30.04.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 SW	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	A		ja	nein	ja	kaum	2	nein	-	sofort gerissen, Klebestelle gewinkelt	1	
3	30.04.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 SW	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	A		ja	ja	ja	kaum	82	nein	-	Klebestelle halb gerissen, ein Perfosele noch gehalten V-Riss. Im oberen Schlaufe	31	
4	30.04.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 SW	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein	kaum	318	nein	-	Hobel dicker eingestellt, Klebestelle laut im Laufen - aber gehalten, Grafer hat neue	159	
5	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein	ES kaum TS peri Schrammen!	190	nein	-	Film leicht beschädigt beim Mag einfüden. Klebestelle hörbar. Perfo neu gestanz	95	
6	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein	TS weniger als bei 5	180	nein	-	Klebestelle laur. Perfo neu gestanz, Klebestelle abgeschlufft.	90	
7	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein	TS weniger	304	nein	-	Hobel etwas dünner, kurz vor R0 laut, R0 5 Fr nach KS, Perf. gest.	152	
8	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		nein	-	nein	ES: wenig TS stark	1440	nein	-	Hobel noch dünner, Klebestelle hörbar, nach 24min ausgeschaltet	720	
9	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein	generell ähnlich und schwächer als 8	442	nein	-	unverändert zu 8	221	
10	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein		290	nein	-	unverändert zu 8	145	
11	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	nein	kaum	328	nein	-	Hobel noch dünner, Klebestelle hörbar, perfo wie immer nach der KS gestanz	154	
12	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		ja	ja	ja	kaum	484	nein	-	Hobel noch dünner, Klebestelle gerissen!	242	
13	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		1 ja	ja	nein	ähnlich 8 aber nicht zu Nichttransp. Perfo	590	nein	-	Hobel einen Hauch dicker	295	
14	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 B		2 ja	ja	ja	kaum	480	nein	-	relativ leise	240	
15	01.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 B		ca. 2*	ja	ja	ES: leicht TS auf Nichtperfosele zwische	290	nein	-	AKXU aus, nach 120 fr, danach nochmal 170, dann perfo gestanz, Film unter KS	145	
16	02.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 B		1 ja	ja	nein		364	nein	-	Perfo gestanz, Film wieder direkt an der Unterseite der KS geknickt	182	
17	02.05.2005	Crise	hell	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 B		1 ja	ja	nein	kaum	288	nein	-	Perfo gestanz, Film leicht geknickt	144	
18	02.05.2005	Crise	dunkel	Am III - 4	5 F-74	Kodak Filmit	431N	20-20	50	25	3 A		?	nein	-	nein	360	ja	-	Busstation G0in im Schatten!	180	
19	02.05.2005	Crise	dunkel	Am III - 4	5	Kodak Filmit	431N	20-21	50	25	3 A		?	nein	-	nein	360	ja	-	Studio lila negativ	180	
20	Crise	dunkel	Am III - 4	5	Kodak Filmit	431N	20-22	50	6	3 A		?	nein	-	nein	kaum	360	ja	-	St. Eingang lila negativ	43,2	
21	09.05.2005	Crise	hell	MovC SA353	F-74	Kodak Filmit	431N	20-23	75	25	3 C		?				2160	nein	-		720	
22	09.05.2005	Crise	hell	MovC SA353	F-74	Kodak Filmit	431N	20-24	88	25	3 C		ja	auto	nein	kaum	2870	nein	-	prima, film nicht in mag-trommel hinein	1055,15	
23	12.09.2005	Crise	hell	MovC Sl LoopMag	F-74	Kodak Filmit	431N	20-25	270	24	3 A		?	ja	auto	ja	900	nein	-	Klebestelle gerissen nachdem neue Perfo gestanz wurde	80	
24	12.09.2005	Crise	hell	MovC Sl LoopMag	F-74	Kodak Filmit	431N	20-26	280	24	3 B		?	ja	auto	nein	1440	nein	-	Start 12:15 - 12:38 neue Perfo gestanz	123,43	
25	Crise	hell	MovC Sl LoopMag	F-74	Kodak Filmit	431N	20-27	275	24	3 B		?	ja	auto	ja	13:45 - 14:25	2100	nein	-	Hobel neu eingestellt	153,27	

Fig. 3: Tabellarische Dokumentation der Versuche zur Optimierung der Klebetechnik

Es galt nun die Nass-Klebetechnik und den Einlegevorgang zu perfektionieren und die Durchlaufzahl konstant zu erhöhen. In einem mehrtägigen Try-and-Error-Verfahren testete ich alle Möglichkeiten des Klebens und Einlegens. Meine Ergebnisse dokumentierte ich in einem Testbogen. Sehr bald kristallisierte sich etwas Geschick beim Auftragen des Klebers und eine Pressdauer von mind. 3 Minuten als grundlegende Bedingungen für eine Hohe Durchlaufzahl heraus. Noch wesentlicher und sehr mühsam herauszufinden war jedoch die optimale Einstellung der Filmhobel. Abhängig davon wie viel die Hobel vom Film wegnimmt, ist die Dicke und damit auch die Strapazierfähigkeit der gesamten Klebestelle. Die Problematik einer dicken Klebestelle beim Nasskleben genauso wie beim Kleben mit Klebeband ist immer der Durchgang zwischen Bildfenster und Andruckplatte. Eine zu dicke Klebestelle hatte beim Transport mehr Widerstand. Das führt zu einer stärkeren Belastung der immer selben Perforationslöcher kurz vor der Klebestelle und letztlich zu deren Ausreißen. Ist die Klebestelle jedoch zu dünn, wird irgendwann die Klebestelle an den engen Rollen brechen. Ein relatives Maximum an Durchläufen mit einer Klebestelle die nicht zu dünn war um zu brechen, aber gleichzeitig nicht zu dick, sodass

die Perforation nicht ausriss, trat im Schnitt bei 180 Durchläufen auf. Absolutes Maximum war ein nicht wiederholbarer Durchlauf mit 720 Durchläufen.

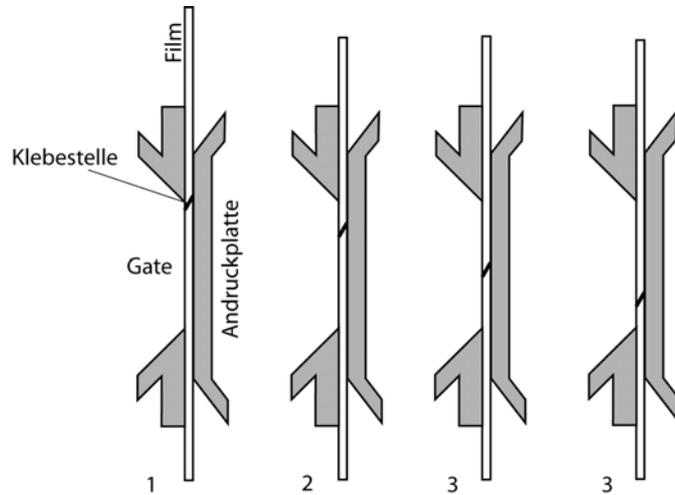
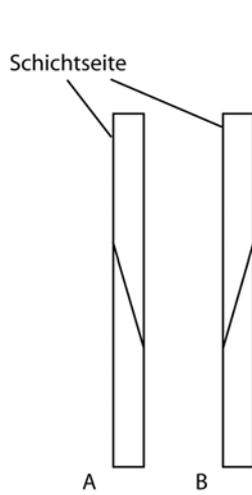


Fig. 4: Klebearten A und B

Fig. 5: Position der Klebestelle zum Bildfenster

Die Beiden mit Klebeart A und B bezeichneten Parameter meinen die unterschiedlichen Hobelrichtungen. Überraschender Weise stellten wir aber keine signifikanten Unterschiede in der Durchlaufzahl zwischen den beiden Klebe- bzw. Hobelarten fest. Ebenfalls unerwartet war, dass die unterschiedliche Positionen der Klebestelle zum Bildfenster bzw. den Greifern keine signifikanten Veränderungen zeigten.

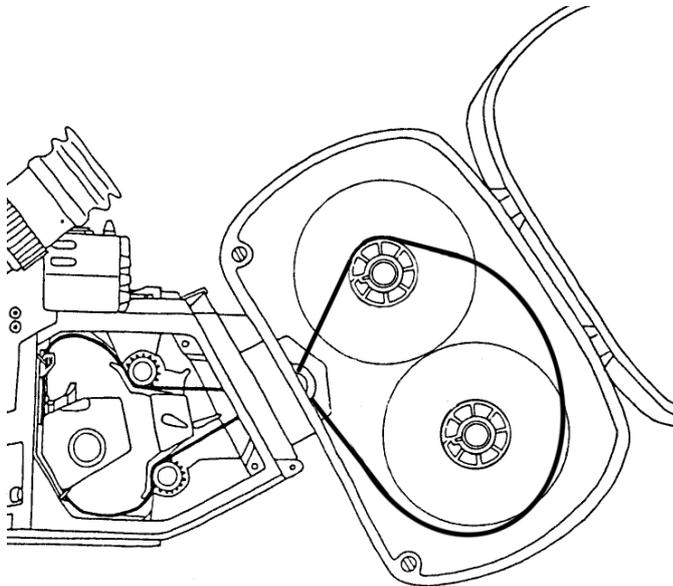
## 5. Kinematik

Die mit einer perfektionierten Nassklebetechnik erzielten Durchlaufszahlen von durchschnittlich 180 Mal waren zwar ein weiterer Erfolg und auch die Grundlage für erste Belichtungstest die ich im Kapitel „Filmmaterial und Belichtung“ genauer beschreibe, aber das Ziel von konstanten 1000 Durchläufen lag immer noch in einiger Ferne. Vor allem die Sicherheit, dass mit der Verwendung eines großen Schleifenmagazins, welches bereits geplant wurde, die Durchlaufszahl wegen des längeren Transportes über mehrere Rollen wieder abfallen wird, machte die Erreichung der 1000 Durchläufe mit einer kleinen Schleife zur Bedingung für den Baubeginn eines Magazins.

Nachdem es in der Klebetechnik keine Verbesserungen mehr zu geben schien, lag offensichtlich nur mehr Potenzial bei der Kamera an sich. Die Arri III erwies sich zwar bei den bisherigen Tests als sehr zuverlässig und hatte einen völlig ausreichenden Bildstand, aber Transport- und Sperrgreifer sind nur einseitig angelegt. Ob eine präzisere Kinematik (Greiferwerk) mit zum Beispiel zweiseitigem Transport- und Sperrgreifern die Ergebnisse verbesserten oder doch Kinematiken mit mehr Spielraum also ohne Sperrgreifer zu besseren Ergebnissen führen war gar nicht so klar.

Martin Reinhart der Techniker der später das Schleifenmagazin bauen sollte favorisierte die Arri Techno da er selbst über mehre Exemplare, sehr viele zusätzliche Bauteile und Dokumentationen von dieser Kamera verfügte. Der Vorteil der Arri Techno sollte an der fixen Verbindung von Andruckplatte und Magazin liegen. In Bezug auf die Kinematik ist die Kamera allerdings fast Baugleich mit der Arri III. Doch die starre Andruckplatte der Techno stellte sich schnell als großer Nachteil heraus da sie, eigentlich für Röntgenfilm entworfen, zu schmal für die Klebestelle war. Etwas besser verhielten sich hingegen die Arri 2B bzw. Arri 2C die überhaupt keine Sperrgreifer haben und damit zum Urgesteine der Kameraentwicklung zählen. Ich konnte mit diesen beiden Kameras ca. 120 Durchläufe bis zum Riss des Films zählen. Das war ein deutlich besseres Ergebnis als das der Techno mit im Schnitt weniger als 10 Durchläufen, es lag dennoch unter den bereits konstanten 180 der Arri III.

Dank dem Interesse von Hr. Giesser und Hr. Bauer an meinem Experiment konnte ich auch eine Superamerica Mk2 der Fa. Moviecam testen. Diese Kamera hat im Gegensatz zur Arri III einen doppelten Transport- und Sperrgreifer und die Kinematik ist an sich ist sanfter als die der Arris. Diesen Eigenschaften muss es zu verdanken sein, dass mit der Superamerica ad hoc 720 bzw. über 1000 Durchläufe möglich waren. Ein weiterer Vorteil der Superamerica sind die Buckle-Switchs (Salatschalter). Die sensible Einstellung dieser „Notausschalter“ reagiert oft bereits bei einem einzelnen Einriss in der Perforation und schaltet die Kamera ab, sodass der Film trotzdem noch ausgelegt und entwickelt werden kann. Die bei den Arri Kameras übliche Verzahnung der Filmein- bzw. Filmauslässe am Magazin ist bei der Superamerica nicht vorhanden und die Möglichkeit der Veränderung der Transportschlaufen mit eingelegtem Film ist beim Laden der Kamera in der Dunkelkammer eine große Erleichterung. Der einzige vermeintliche Nachteil bei der Festlegung auf die Superamerica als Kamera für das OiZ-Magazin war die Abhängigkeit von der Fa. Moviecam, da Ersatzteile und Zubehör der Kamera kaum am freien Markt zu vernünftigen Preisen zu bekommen sind. Tatsächlich unterstützte uns Moviecam während der gesamten weiteren Entwicklung jedoch großzügig.



*Fig. 6: Verlauf einer 68 Kader-Schleife in der Superamerica mit normalem Magazin*

## 6. Filmmaterial und Belichtung

Hier möchte ich auf die bisher unberücksichtigte Frage nach der Wahl des Filmmaterials und die Problematik der richtigen Belichtung eingehen. Das Ziel der Überlegung ist es die durch das mehrfache Belichten auftretende höhere Gesamtbelichtung auszugleichen und ein Negativ mit normaler Dichte herzustellen. Weil jeder Kader der Filmschleife verwendbar sein soll, also auch der Teil des Films der beim Einlegen bzw. Kleben aus dem Magazin steht und normalerweise als Vorlauf gilt und weil dieser Teil beim Einlegen viel berührt wird und leicht Kratzer und Schrammen bekommt, muss das Filmmaterial auf Druckbelichtungen sehr unempfindlich sein.

Beide Kriterien eine niedrige Empfindlichkeit und eine geringe Sensibilität auf Druckbelichtungen stehen direkt propozional zu einander. Bei der Entwicklung des OiZ-Magazins wurde der von Kodak zur Zeit unempfindlichste 35mm Kamerafilm mit der Bezeichnung 5245 und 50 Asa (Tageslicht) verwendet.

Die meisten Schwierigkeiten bei der Belichtung der Filmschleife kommen daher, dass das Filmen vom Filmeinlegen zeitlich und örtlich oft weit entfernt ist. Die Entscheidung für die Optik also die Kadrierung und vor allem das Wissen über die Belichtung also das Einstecken von Filtern, muss bereits in der Dunkelkammer beim Einlegen passieren. Bei der Einstellung am Set kann nur mehr der von der Optik angebotene Blendenumfang genutzt werden. Für eine richtige Belichtung muss vieles im Vorhinein bedacht werden. Kritisch sind die Faktoren innen oder außen, die geplant Durchlaufzahl der Filmschleife und wenn Sonnenlichteinfluss besteht die Uhrzeit der Aufnahme.

DZ	BW
2	1
4	2
8	3
16	4
32	5
64	6
128	7
256	8
512	9
1024	10

*Fig. 7: Verhältnis zwischen Durchlaufzahl und Blendenwerten*

Generell wird mit der Filterung versucht die Mehrfachbelichtung des Films auszugleichen und auch wie üblich die gewünschte Blende bei der Aufnahme zu erzielen. Das Verhältnis zwischen Blende und Durchlaufzahl leitet sich einfach vom Verhältnis von Blende und Belichtungszeit ab. Grundsätzlich können die Belichtungszeiten jedes Durchlaufs einfach addiert werden. In Bezug auf Filter und Blende heißt das, eine Verdopplung der Durchlaufszahl erhöht die Belichtung um einen Blendenwert.

Das mir für meine Aufnahmen zur Verfügung stehende Kompendium konnte 2 Filter aufnehmen. Der stärkste Neutralsichtfilter der Fa. Moviecam hat einen Wert von 1,2 also 4 Blendenwerte und war leider nur einmal verfügbar. In Kombination mit einem weiteren ND-Filter mit dem Wert 0,9 (3 Blenden) konnte ich insgesamt 7 Blenden ausgleichen. Das entspricht einer Durchlaufzahl von 128-mal. Um höhere Durchlaufzahlen zu belichten blieb immer noch ein Spielraum am Blendenrad der Optik.

Die so errechnete Belichtung des ersten Tests mit 25 Durchläufen (Pic. 2) ergab eine optimale Negativdichte. Jedoch ein zweiter Test („Busstation“) noch mit der Arri III und 180 Durchläufen zeigte erstaunliche Fehlfarben am Negativ und einen sehr geringen Dichteumfang. Meine Theorie für dieses Phänomen war, dass die Belichtung bei einem einzelnen Durchlauf zu gering sein könnte um überhaupt eine verhältnismäßige chemische Reaktion in der Emulsion auszulösen. Besser gesagt: Was kann ein 50 Asa Film überhaupt noch erkennen, wenn das Licht nach einer Blende 22 und einem ND 2,1 Filterpaket nur mehr mit einem Bruchteil seiner notwendigen Intensität auf die Emulsion trifft?



*Pic. 3: „Busstation“ OIZ-Aufnahme mit 180-fachem Durchlauf*

Die OiZ-Aufnahme „Busstation“ war somit Anlass für eine genaue Untersuchung der Eigenschaften des Filmmaterials. Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, ob einen Unterschied in der Dichte des Negativ und in der Farbdarstellung zwischen einem im Stück belichteten Negativ und einem mit derselben Zeit, aber in kleinen Einheiten belichteten Negativ gibt. Im Versuch wurden 3 OiZ-Aufnahmen mit einmal 10 einmal 100 und einmal 1000 Durchläufen gemacht und mit Einzelbildaufnahmen des selben Films mit selber Blende und Filtern und mit eine entsprechend länger Belichtungszeit verglichen. Insgesamt wurden aber keine längern Belichtungen als 10 Sekunden gemacht und so Verfälschungen durch den Schwarzschildeffekt vermieden.



*Pic. 4: 10-fach Belichteter Frame des Belichtungstests*

Das Ergebnis zeigte, dass es bei den 10-fachen und 100-fachen Belichtungsteilungen keine signifikanten Änderungen der Dichte bzw. Veränderungen der Farbe gab. Bei der 1000-fachen Teilung trat die richtige Dichte und Farbe jedoch erst bei einer Überbelichtung von ca. 1 Blende auf. Die bei der „Bussation“-Aufnahme erzielten Phänomene konnten im Studio nur bei einer massiven Unterbelichtung von mehr als 4 Blenden beobachtet werden. Das ließ auf einen Fehler beim Messen oder Einstellen der Blende bei diesem Test schließen.

## 7. Entwurf eines Rollenmagazins

Die im letzten Kapitel beschriebenen Belichtungstests und die OiZ-Aufnahme „Prueggl“ (Superamerica) sind bis heute die einzigen Filme mit mehr als 1000 Belichtungen. Bei einer Schleifenlänge von 68 Kadern und einer Geschwindigkeit von 24 Bildern pro Sekunde musste die Kamera dafür bereits über 40 Minuten durchgehend laufen. - Eine noch nie da gewesener Leistungstest der Superamerica die laut Moviecam für nur für einen durchgehenden Betrieb von 10 Minuten getestet war.

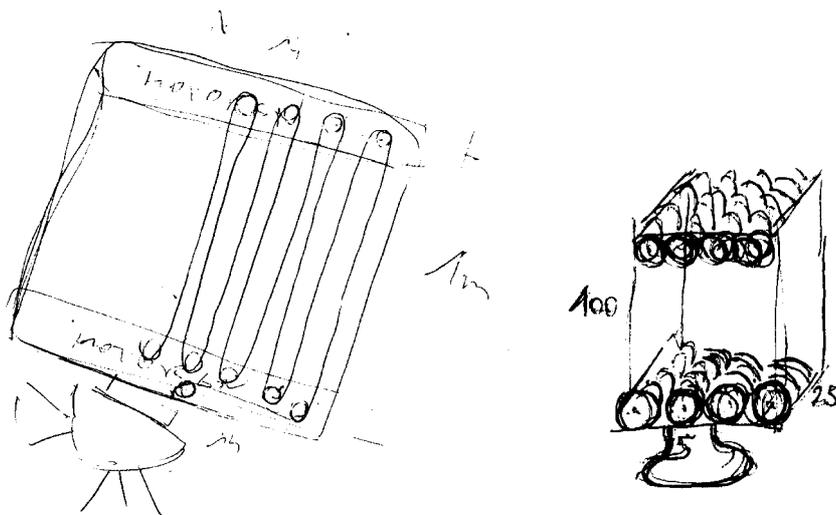


*Pic. 5: „Prueggl“ OiZ-Aufnahme mit 1000-facher Belichtung*

Die 68 Kader die sich in der Superamerica mit einem 300-Fuß Magazin drehten entsprechen allerdings nur knapp über 2 Sekunden Filmzeit. Das reichte leider nicht aus um die reichhaltigen visuellen Eindrücke der meisten Aufnahmen zu erfassen. Es war von Beginn des Projekts an ein erklärtes Ziel möglichst lange Filmschleifen zu erhalten. Parallel mit der Forcierung hoher Durchlaufszahlen wurde deshalb bereits an einem Magazin geplant, welches mindestens eine Minute 35mm Film, das sind bei 24 Bildern pro Sekunde ca. 30 Meter (1440 Kader), aufnehmen können soll.

Die Fa. Moviecam war mein erster Ansprechpartner bei der Frage nach dem Magazinbau. Hr. Giesser empfahl mir den pensionierten Filmtechniker Werner Razckövi. Es war klar,

dass für diese Aufgabe ein erfahrener Kameratechniker nötig war. Hr. Raczkövi interessierte sich für meine Idee einer Endlosschleife und mit ihm gemeinsam begann ich die erste konkrete Planung eines Magazins. Noch von der Arri III ausgehend planten wir über einen flexiblen Kassettenmauladapter (Arri zu Mitchel) den Film in eine große Box dort über mehrere Rollen und nach 30 Metern wieder zurück in die Kamera zu führen. Die Schwierigkeit lag in der richtigen Dimensionierung der Box und in der Frage der ausreichenden Lagerung der Rollen bzw. deren Antrieb.

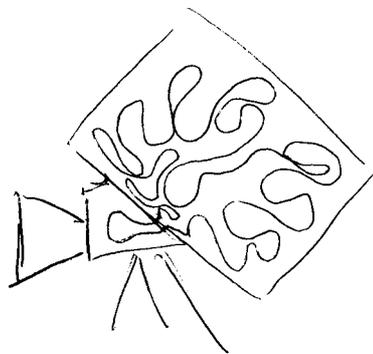


*Pic. 6+7: Skizzen eines 2- und 3-dimensionales Rollenmagazin*

Für eine 2-dimensionale Filmführung wäre ein Ausmaß von ca. 1 x 3 Metern notwendig. Enger als 10 cm kann man die Filmstränge nicht zueinander setzten, da sie sonst in Bewegung gegeneinander schlagen. In der 3-dimensionalen Version wäre nur eine Größe von z. Bsp. 100 x 50 x 30 cm notwendig. Ein solcher Schleifenkasten sollte denjenigen in einer Kopierstaße ähnlich sein.

## 8. Entwurf und Bau eines selbstorganisierten Endlosmagazins

Hr. Raczkövi bot mir seine Hilfe bei der Planung des Magazins an und stellte mir auch einiges an Material zur Verfügung, doch den Bau selbst wollte er nicht übernehmen. Von meiner eigenen Fähigkeit zwar schwer überzeugt, aber doch nicht ganz realitätsfremd machte ich mich auf die Suche nach einem weiteren Techniker der das Magazin auch wirklich bauen würde. Der Kameramann und Experimentalfilmer Martin Putz empfahl mir den Filmtechniker Martin Reinhart, der ebenfalls von der Idee begeistert war und den Auftrag das Magazin zu bauen annahm. Kurz danach stellte sich die Superamerica Mk2 von Moviecam als am besten geeignete Kamera heraus. In einem Gespräch mit den Technikern von Moviecam bekamen wir alle für uns wichtigen Informationen. Ungewiss war bis dahin die bei der Superamerica vorgesehene Übertragung von Daten zwischen Kamera und Magazin, sowie die Vorspannung in den Magazinen und die Toleranz bei der Leistungsaufnahme der Kamera. Die Frage war ob wir einzelne Rollen im Magazin antreiben müssen oder die Kamera die gesamten 30 Meter selbst „zieht“. Von der Liso haben wir als Richtwert erfahren, dass alle 10 bis 15 Meter ein Antrieb des Films notwendig wäre.



*Pic. 8: Skizze eines selbstorganisierten Endlosmagazins*

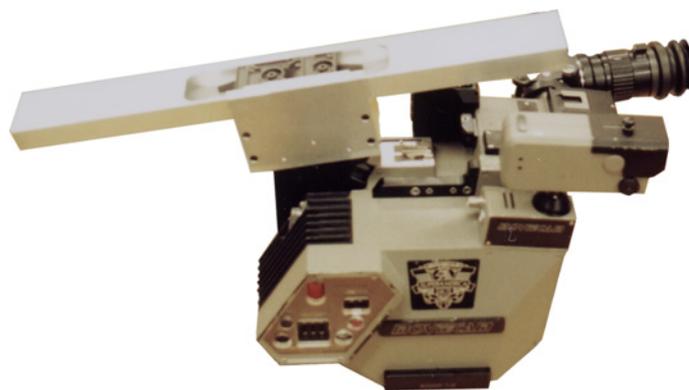
Bis dahin war der Plan immer noch ein Rollenmagazin nach dem Konzept von Werner Raczkövi zu bauen. Doch Martin Reinhart hatte nach einiger Recherche eine mutige, simple, neue Idee: ein chaotisch selbstorganisiertes Endlosmagazin. Im Grunde ist es eine Box mit zwei Schlitzen für den Film. Bei dem einen Schlitz wird der Film hinein gestopft und beim anderen heraus gezogen. Damit sich der Film nicht verknoten kann darf er allerdings nur in einer Ebene laufen.

Skepsis verursachte die Tatsache, dass sich der Film im Magazin ständig berührt. Diese Berührungen sind zwar unter minimalem Druck, doch die Schäden am Negativ konnten wir nicht einschätzen. Der Bau eines derartigen Magazins schien uns dennoch um einiges einfacher als der eines Magazins mit Rollen, so dass wir es zuerst damit ausprobieren wollten.

## 9. Das Kassettenmaul und die Basis des Magazins

Der nächste Schritt war das Herstellen einer Basis für das Magazin, die den Film in den Magazinkörper bzw. in die Box hinein schiebt. Die Größe und das Gewicht des Magazinkörpers waren uns noch nicht genau bekannt, aber es war zu vermuten dass beide Eigenschaften die der originalen Moviecam-Magazine übertreffen. Da das Kassenmaul der Superamerica eher nach hinten ausgerichtet ist würde ein direkt aufgesetzter schwerer Magazinkörper die gesamte Kamera aus der Waage bringen und die Magazinaufhängung sehr stark belasten. Die Fa. Moviecam hat uns deshalb einen Top-Mount-Adapter zur Verfügung gestellt den wir bearbeiten und somit als unterste Basis des Magazins verwenden konnten.

Ein originales Moviecam-Magazin zieht den Film ständig mit einer elektronisch geregelten Spannung aus der Kamera. Lässt diese Spannung aus irgend einem Grund nach hat die Superamerica einen Buckl-Switch der sofort auslöst und die Kamera stoppt. In unseren Magazinkörper sollte aber der Film hinein geschoben werden ohne, dass die Kamera stehen bleibt. Wir mussten also einen Antrieb finden der einerseits den Film gleichmäßig aus der Kamera zieht und ihn andererseits ihn in den Magazinkörper drückt. Eine elektronisch gesteuerte Antriebswalze in die Magazinbasis zu bauen war die augenscheinlichste Lösung. Die Steuerung für einen derartigen Antrieb der die Perforation möglichst schont war jedoch nicht so leicht zu bekommen. Martin Reinhart löste dieses Problem überraschend in dem er das Getriebe eines Arri-Magazins in die Basis einbaute, so dass kein zusätzlicher Motor notwendig war und die eigene Kraft der Kamera genutzt werden konnte den Film herauszuziehen und in den Magazinkörper zu drücken.



*Pic. 9: Superamerica Mk2 mit Top-Mountadapter und Basis des OiZ-Magazins*

Die gesamte Basis wurde aus Aluminium gefräst bzw. gedreht. Martin Reinhart musste besonders genau darauf achten, dass der Film immer in einer Ebene liegt ansonsten würde die Perforation einseitig stärker belastet werden und die Filmschleife früher reißen. Die Kombination von nicht besonders kompatiblen Teilen wie dem Top-Mount-Adapter und dem Arri-Getriebe machte das nicht gerade leichter. Nach doppelt so langer Bauzeit wie geplant wurde die Basis aber fertig gestellt und funktionierte.

## 10. Der Magazinkörper und der Antrieb

Form und Größe des Magazinkörpers wollten wir empirisch herausfinden. Das chaotische Verhalten des Films in unterschiedlichen Formen ist tatsächlich schwerer zu berechnen als es in gebauten Formen zu beobachten ist. Erste Phase der empirischen Annäherung war der Bau eines Magazinkörpers aus Architekturkarton. Schon bei den ersten Versuchen stellten wir fest, dass es nicht funktioniert den Film von unten auf den restlichen Film zu schieben. Das Eigengewicht des Films ist zu groß, der Film wird zu sehr zusammengedrückt und die Perforation beim Hineinschieben zu sehr belastet. Die Schwerkraft und doch ein zusätzlicher Antrieb sollten dieses Problem lösen. Wir wollten den Film mit einem Motor an das obere Ende des Magazins führen und von dort in den Körper werfen. Der Einzug in die Kamera blieb in den anfänglichen Versuchen noch am Magazinboden.



*Pic. 10: Magazinkörper aus Architekturkarton*

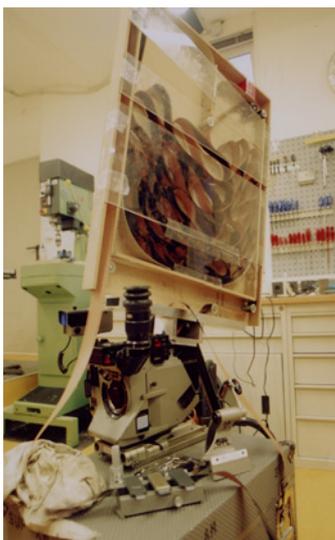
Das Kartonmagazin hatte das Ausmaß von 1x1 Meter. Aus den Erkenntnissen mit diesem Magazin und vor allem mit der Absicht die Schwerkraft auszunützen bauten wir in der zweiten Phase einen schmäleren Magazinkörper mit den Ausmaßen 1 m x 70 cm. Dieser war bereits aus Holzfaserverplatten, so dass wir Umlenkrollen und auch einen Antrieb einbauen konnten. Das Eigengewicht des Films drückte durch den oberen Antrieb nicht mehr auf den Filmeinlass, aber der Auszug am unteren Ende musste einigem Druck standhalten sodass mit hoher Wahrscheinlichkeit Schäden am Negativ auftreten würden. Um den Druck von der Auslassstelle zu nehmen haben wir unterschiedliche Kammernsysteme im Magazinkörper ausprobiert.



*Pic. 11+12: Unterschiedliche Kammersysteme im Magazinkörper*

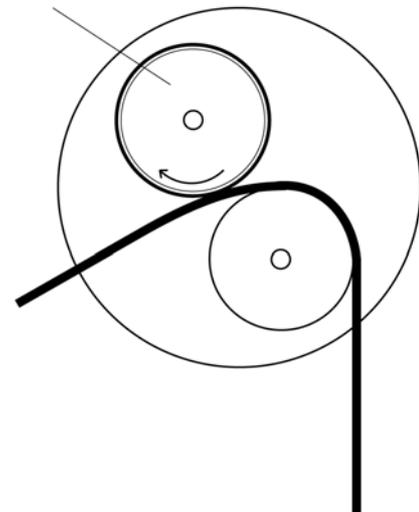
Alle Kammersysteme funktionierten bei Tests immer nur für eine gewisse Zeit. Irgendwann ist jedes Mal der Film so gefallen, dass er selbst einen Kammernausgang verstopfte oder der gesamte Film rutschte aus der Kammer und drückte wieder auf die Ausgangsstelle.

Unser neuer Ansatz war daraufhin den Film nicht unten aus dem Magazin zu nehmen, sondern eine Art Topf zu konstruieren aus dem der Film von oben heraus genommen wird, ähnlich wie er hinein geworfen wird. Diese Variante der Filmführung bewährte sich bei vielen Tests und wir entschlossen uns nach diesem Muster, nun in der dritte Phase, mit dem Bau des richtigen Magazins zu beginnen.



*Pic. 13: Kleben der Filmschleife für eine Magazintest*

Angetriebene Walze mit Gummiringen



*Fig. 8: Antrieb im Magazin*

Der bereits für die Holzmodelle hergestellte Antrieb war so konstruiert, dass der Film etwas Schlupf hat. Die Kraftübertragung zum Film passiert nur über Gummiringe an den Rändern des Negativs. Wir verzichteten auf Stachelwalzen um die Perforation des Films zu schonen und ersparten uns so eine komplexere Schlupfregelung des Motors. Der Zug bei dieser Art von Antrieb ist aber nicht stetig sondern öfters unterbrochen. Durch den konstanten Schub des Arri-Getriebes aus der Magazinbasis hat das allerdings keine besonderen Auswirkungen auf die Funktion des Magazins. Ohne das Getriebe würde sich die Kamera hingegen immer wieder abschalten.

Das richtige Magazin hat Martin Reinhart letztlich aus schwarzem Plexiglas gebaut. Die Holzvorlage wurde noch um einige Details verbessert. Als Boden des Topfs haben wir eine Art Förderband entwickelt so dass kaum Schrammen durch die Reibung des Negativs am Magazinboden entstehen konnten. Außerdem sind alle möglichen Auflageflächen mit einem Profil ausgekleidet worden das nur an den äußeren Rändern mit dem Negativ in Berührung kommt. Der Antrieb wurde so montiert, dass der Winkel des Films zu den beiden Rollen verändert werden kann, für eine bessere Stabilität wurde zusätzlich zum Magazinanschluss eine Verstrebung zwischen der Kamera und dem Magazin aufgebaut und zum Ein- und Auslegen wurde ein lichtdichter Verschluss auf eine Öffnung an der vorderen unteren Ecke des Magazins aufgesetzt.

## 11. Das Ein- und Auslegen

Anfang August 2005 wurde mit „Schwarzenbergplatz“ die erste Aufnahme mit diesem OiZ-Magazin gemacht. Einige Probleme beim Einlegen des Films führten bei dieser Aufnahme dazu, dass nicht die korrekte Menge an Film in die Kamera in die Kamera kam. Die Schleife hatte eine ungerade Anzahl an Kaderlöchern. Außerdem war die Klebestelle nicht besonders gut, so dass die Aufnahme nach ca. 20 Durchläufen abgebrochen wurde. Dem visuellen Eindruck der Aufnahme schadete das zwar nicht, aber der Tests des Magazins lief definitiv nicht optimal.

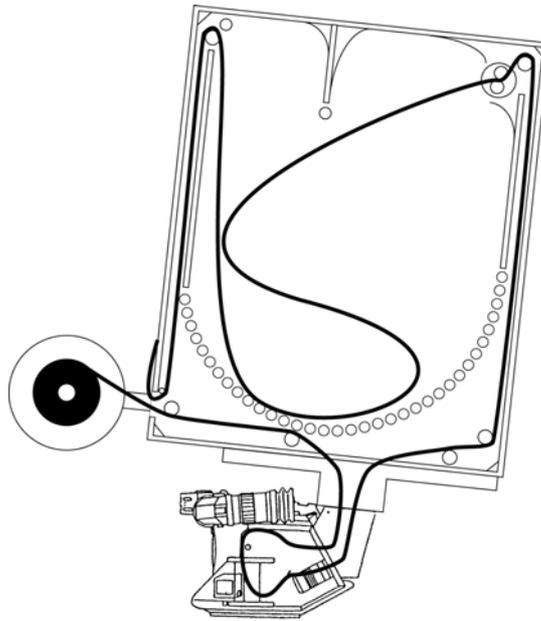


*Pic. 14: „Schwarzenbergplatz I“ erste Aufnahme mit dem OiZ-Magazin*

Die Schwierigkeiten beim Einlegen waren das korrekte Ablängen der Filmschleife, die Lagerung der frischen Filmrolle in selber Ebene wie das Magazin und das rechtzeitige Erkennen des Ende des Films beim Einziehen in die Kamera. Für den gesamten Einlegevorgang ist eine große Dunkelkammer und eine Umspultisch mit am besten 4 Tellern notwendig. Am Anfang nutzte ich die Dunkelkammer der Listofilm. Aber um nicht beim jedem Einlegen der Kamera von den Öffnungszeiten der Listo abhängig zu sein habe ich von der Listo Materialien für einen eigenen Umspultisch bekommen und mir selbst eine Dunkelkammer eingerichtet.

Die korrekte Menge Film konnte ich ablängen indem ich mir jedes Mal ein Maßband aus beliebigen 35mm Restmaterialen erstellte und es im Dunkeln auf einem Umspultisch durch

eine Synchronwalze mit dem frischen Negativ verbunden. Nun konnte ich Beginn und Ende des Maßbands ertasten und parallel dazu den Rohfilm richtig von der Rolle schneiden. Martin Reinhart entwickelte noch eine abnehmbare Halterung für die einlaufende Filmrolle, sodass diese in selber Ebene wie das Magazin liegt und der Film leicht gebremst in die Kamera hinein läuft.



*Fig. 9: Einziehen des Films in das OiZ-Magazin*

Das Einfädeln in das Magazin und in die Kamera ist im Dunklen kaum möglich. Es bewährte sich einen Transportfilm noch bei Licht einzulegen und die bereits abgelängte Filmrolle im Dunkeln daran zu kleben. Diesen Film kann die Kamera automatisch einziehen. Rechtzeitig vor dem Ende der Rolle schaltet man die Kamera wieder ab. Der Transportfilm wird mit der Hand aus dem Magazin gezogen und vom unbelichteten Film getrennt. Anfang und Ende des Films können jetzt zusammengeklebt werden und damit ist das Magazin geladen.

Zum Auslegen wird die Kamera in der Dunkelkammer eingeschaltet. Die Kamera-Abdeckung muss geöffnet werden um das Durchlaufen der Klebestelle zu hören. Die Kamera wird dann sofort abgeschaltet und die Klebestelle händisch bis zum Verschluss des Magazins rückwärts heraus gedreht. Dort kann die Klebestelle geöffnet und der Film aus dem Magazin auf eine Rolle aufgerollt werden. Der letzte halbe Meter muss noch einmal vorwärts aus der Kamera herausgedreht werden. Die Filmschleife nicht einfach

durchzuschneiden sondern wieder an der Klebestelle zu öffnen bringt den Vorteil, dass bei der Entwicklung im Kopierwerk kein zusätzliches Frame verloren geht, da der Film dort wieder an den selben Kadern geklebt wird mit denen auch die Schleife geklebt wurde.

## 12. Verwendung von Polyesterfilm

Mit etwas Übung in der eigene Dunkelkammer und mit der neuen Halterung der Filmrolle beim Einziehen waren jetzt mehrere Durchläufe des Films zu erwarten. Doch auch bei den nächsten Aufnahmen riss der Film nach einmal drei und einmal einer Stunde. Allerdings war bei diesen Versuchen das Magazin mit über 50 Metern randvoll. Es war ursprünglich für eine Länge von 30 Metern geplant.

Hr. Rabl von der Listo hat mich dann auf die Idee gebracht Polyesterfilm für die Aufnahmen zu verwenden. Der große Vorteil des Polyesterfilms ist, dass er praktisch nicht reißen kann. Allerdings wird Polyesterfilm fast ausschließlich als Printmaterial verwendet. Es gibt nur einen Intermediate-Negativfilm mit der Perforation wie sie für den Betrieb mit der Kamera notwendig ist. Die Empfindlichkeit und das Farbverhalten dieses Polyesterfilms (2242) von Kodak musste ich erst getestet. Dabei stellte sich heraus, dass der Film eine Empfindlichkeit von nur 0.8 Asa hat also 6 Blenden unter einem 50 Asa Film und die Farbtemperatur liegt deutlich unter dem genormten Kunstlichtwert von 3200° Kelvin. Bei Tageslicht ist die Verwendung dieses Films aber kein Problem solange die Durchlaufszahl über 32 oder 64 liegt und die Filterladen zum Ausgleich der Farbtemperatur mit den wärmsten Korrekturfiltern gefüllt werden.

Vielleicht wichtigster Unterschied zum Acetatfilm ist, dass der Polyesterfilm nicht nass geklebt werden kann sonder nur mit Klebeband oder überhaupt mit einem Schweißgerät verbunden wird. Die Anschaffung eines Schweißgeräts für Polyesterfilm war leider im Budget nicht mehr drinnen. Aber auch ein präzise einseitig geklebter Polyesterfilm lief problemlos am Bildfenster vorbei, da Polyesterfilm viel dünner ist als Acetatfilm.



*Pic. 15: Dreharbeiten zu „3 Minuten“*

Auf Polyesterfilm sind im Oktober 2005 drei stabile Aufnahmen für die Serie „3 Minuten“ entstanden bei der jeweils für 4 Stunden eine einminütige Schleife 240 Mal ununterbrochen durch die Kamera gelaufen ist.