

Lehrmaterial
für die
Aus- und Weiterbildung

Die Technik der verschiedenen Filmverfahren



**ZENTRALE
BETRIEBSSCHULE
DES LICHTSPIELWESENS**

**Lehrmaterial
für das
Fernstudium**

Lehrbrief

9

Kurt Grusser

**Die Technik der verschiedenen
Filmverfahren**



Zentrale Betriebsschule des Lichtspielwesens

Ag 641 1/82 - 0,6

Herausgeber:

Zentrale Betriebsschule des Lichtspielwesens Langenau

Gutachter: Dr. U. Diedrich

Redaktion: Erich Heininger, Klaus Bessert

Abgeschlossen am 30. Sept. 1965

- Als Manuskript gedruckt -

Unveränderter fotomechanischer Nachdruck

Repro, Lithographie, Druck und Bubi:

Zentrale Betriebsschule des Lichtspielwesens (XIV/04/2)

	Seite
1.0 Die Normalfilmvorführung	5
1.1 Die wichtigsten Gütekriterien der Projektion	5
1.1.1 Die günstigste Bildwahrnehmung	5
1.1.2 Der Kontrastumfang des Bildes	6
1.1.3 Der Betrachtungsabstand	7
1.1.4 Die Bildruhe	8
1.1.5 Die Bildschärfe	8
1.1.6 Bildverzerrungen	9
1.1.7 Die Tonwiedergabe	10
1.2 Besonderheiten bei transportablen Geräten	11
2.0 Die Diapositiv-Projektion	13
3.0 Breitwandverfahren mit 35-mm-Film	15
3.1 Breitbildwirkung durch Bildabdeckung	15
3.2 Das anamorphotische Breitwandverfahren	18
3.3 Weitere 35-mm-Einfilmmverfahren	21
3.3.1 Techniscope	22
3.3.2 Vista Vision	22
3.3.3 Verfahren mit Bildteilung	24
4.0 Die 70-mm-Technik	26
4.1 Grundlagen und Vorteile	26
4.2 Die 70-mm-Projektoren	27
4.2.1 Der Universalprojektor „UP 700“	28
4.2.2 Besonderheiten ausländischer Geräte	32

	Seite
5.0 Raumfilm-Projektion	34
5.1 Physiologische Grundlagen	34
5.2 Physikalische Grundlagen	35
5.3 Projektionsverfahren	37
5.3.1 Das Zweistreifenverfahren	37
5.3.2 Das Einstreifenverfahren	38
5.4 Formen der Bildtrennung	39
5.4.1 Das Anaglyphenverfahren	39
5.4.2 Das Polarisationsverfahren	39
5.4.3 Rasterverfahren	40
6.0 Die Mehrfilm-Verfahren	43
6.1 Das „Cinerama“-Verfahren und seine Varianten	43
6.2 Das „Circarama“ und seine Varianten	47
6.3 Das „Laterna magica“-Verfahren	48
7.0 Die Automatisierung der Filmvorführung	50
7.1 Allgemeine Voraussetzungen	50
7.2 Die Teilautomatisierung	51
7.2.1 Die Steuerfeldautomatik	52
7.2.2 Automaten für die Diavorführung	53
7.2.3 Die Überblendungsautomatik	54
7.3 Vorführautomaten	58
7.3.1 Der „Pyrcomat“	61
7.4 Fernbedienungseinrichtungen	62
7.5 Die vollautomatische Filmvorführung	63
8.0 Nichtfotographische Bildaufzeichnung	66
8.1 Magnetische Bildaufzeichnung	66
8.2 Die thermoplastische Bildaufzeichnung	66
8.3 Die Fernseh-Großprojektion	67

1.0 Die Normalfilmvorführung

Das 35 mm breite Filmband ist vor über 70 Jahren von Th. A. Edison in die Kinetektechnik eingeführt worden. Trotz vieler anderer Formate, die parallel dazu von anderen Erfindern herausgebracht wurden, konnte es sich als alleiniges Material durchsetzen, und auch die in den letzten zehn Jahren neu entwickelten oder wieder aufgenommenen Filmverfahren, die auf einem breiteren Band aufbauen, konnten die Vormachtstellung des „Normalfilms“ nicht gefährden. Auf Grund des in allen Ländern vorhandenen Maschinenparks zur Filmaufnahme, -bearbeitung und -wiedergabe stellt dieses Verfahren die ökonomischste Lösung dar. Deshalb werden alle technisch aufwendigeren und mit Breitfilm arbeitenden Verfahren auch in Zukunft nur neben dem Normalfilm bestehen und nicht zur Alltäglichkeit werden. Sie haben als Sonderformen der Kinematografie durchaus eine Daseinsberechtigung und können bei richtigem Einsatz die Attraktivität des Kinos wieder heben. Bedingung hierfür ist allerdings eine exakte Einhaltung der optimalsten Gütekriterien einer Filmprojektion, wie Ausleuchtung, Bildschärfe, Bildstand usw. Im Folgenden sollen diese Kennwerte einzeln begründet und von der Normalfilmvorführung auf die wichtigsten modernen Verfahren übertragen werden.

1.1 Die wichtigsten Gütekriterien der Filmprojektion

Beim Betrachten eines projizierten Filmbildes hängt der Eindruck, den dieses Bild auf den Beschauer macht, nicht nur von seinem Inhalt, der Spannung der Spielhandlung oder der ästhetischen Gestaltung, sondern auch von einer Reihe technischer Faktoren ab. Je mehr sich die Betrachtungssituation den Bedingungen des

natürlichen Sehens in der täglichen Umwelt des Menschen annähert, um so vollkommener wird auch dieser Eindruck sein.

1.1.1 Die günstigste Bildwahrnehmung

Der auf beiden Augen sehtüchtige Mensch nimmt bei ruhiger Kopfhaltung in der Horizontalen mit etwas über 180° doppelt so viel wie in der Vertikalen optisch wahr. Man bezeichnet diesen Gesamtbereich, der auf einmal übersehen werden kann, als „Gesichtsfeld“. Innerhalb des Gesichtsfeldes wird allerdings nur ein Bereich unter 2° wirklich scharf gesehen, und bereits 2° seitlich von dem fixierten Punkt sinkt die Schärfe auf $\frac{1}{10}$ ihres Größtwertes ab. Um einen größeren Bereich scharf zu sehen, ist deshalb das Auge stets in Bewegung. Es tastet eine ausgedehntere Fläche nacheinander punktweise ab. Der Bereich, der bei völlig ruhiger Kopfhaltung nur durch die Augenbewegung scharf eingesehen werden kann, wird als „Blickfeld“ bezeichnet. Es nimmt bei ungezwungenem Sehen in der Waagerechten etwa 40 bis 50° ein, in der Höhe wiederum den halben Wert. Um den natürlichen Sichtbedingungen nahezukommen, müßte deshalb in erster Linie das Seitenverhältnis des Filmbildes dem der natürlichen Bedingungen, also 1 : 2, angepaßt werden. Die These, daß das Dreiwandbild eine stärkere Wirkung hat, ist also durchaus berechtigt. Würde man nun das Bildseitenverhältnis genau 1 : 2 machen, dann würden strenggenommen nur die Besucher es auch unter diesem Verhältnis sehen, die genau der Mitte der Bildwand gegenüber sitzen. Weiter seitlich sitzende Zuschauer aber sehen die Bildbreite unter einem Winkel, der nicht ganz zweimal dem Winkel entspricht, der das Bild in der Höhe einschließt. Deshalb hat man auch für alle sinnvollen Breitwandverfahren ein Verhältnis größer als 1 : 2 gewählt (Cinema Scope

= 1:2,35, Todd AO = 1:2,2). Die günstigste Betrachtungsentfernung für das Breitbild müßte dann den Forderungen nach Ähglichkeit mit dem Blickfeld entsprechen. Wenn das Bild in der Breite unter 40° gesehen werden soll, wäre dafür ein Abstand von ihm notwendig, der etwa der 1,4fachen Bildbreite entspricht. Für das Normalbild 1:1,37 wurde nach Erfahrungswerten der günstigste Betrachtungswinkel von etwa 23° ermittelt. Hier ist dieses Format einem breiteren Bild immer unterlegen. In bezug auf den Leuchtdichteumfang des Gesichtsfeldes ist im Kinobild eine Annäherung an natürliche Bedingungen möglich. Das Auge vermag von der untersten Empfindungsgrenze bis zur Blendung einen Leuchtdichteumfang von rund elf Zehnpotenzen wahrzunehmen (siehe Abb. 1). Der im Kino angebotene Bereich bildet darin nur einen geringen Ausschnitt, der

zudem noch zu einem Großteil im Abschnitt des gemischten Sehens liegt. Auf die sich daraus ergebenden Probleme wird bei der Behandlung der Beleuchtung des Zuschauerraumes im Heft 10 dieser Reihe näher eingegangen. Wichtig zur Vorbeugung einer Ermüdung des Auges ist eine genaue Einhaltung des nach TGL 13 442 geforderten Leuchtdichtewertes von $32 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ (das entspricht 100 asb), um Überanstrengungen beim Sehen möglichst herabzusetzen.

1.1.2 Der Kontrastumfang des Bildes

Ein Kinobild muß neben einer definierten Leuchtdichte auch einen bestimmten Unterschied zwischen den hellsten und den dunkelsten Stellen im Bild aufweisen. Dieser „Kontrast“, der in der Größenordnung 60:1 bis 40:1 liegen soll, wird bestimmt von einer genauen Ausleuchtung, der aus dem

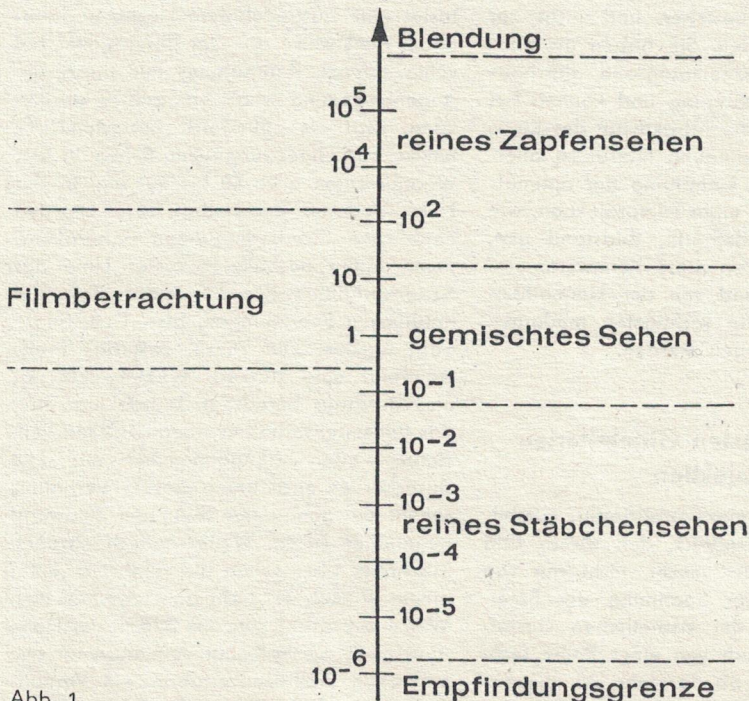


Abb. 1
Bereich der Leuchtdichte des Gesichtsfeldes in Apostilb

Zuschauerraum auf die Bildwand gelangen. Die Menge des Fremdlichtes (siehe Heft 10, Kapitel 6) und dem auffallenden Streulicht. Letzteres tritt auf, wenn Lichtstrahlen am oder im Objektiv sowie an der Kabinenscheibe durch Staub oder andere Verunreinigungen gebeugt werden. Sie weichen dann aus ihrer ursprünglichen Richtung ab und treffen ebenfalls als Falschlicht auf die Bildwand auf. Peinlichste Sauberkeit aller optischen Teile ist also eine wichtige Voraussetzung für guten Bildkontrast. Eine Minderung kann auch durch nicht vergütete Kabinenscheiben oder Kittblumen im Objektiv hervorgerufen werden. Man bestimmt die Größe des Nebenlichtes im Filmtheater, indem man zuerst das vom Zuschauerraum wieder auf die Bildwand fallende Licht mißt. Dazu wird die vom Projektor ohne Film angestrahlte Bildwand in ihrer Mitte durch eine 2 m von der Wand entfernte 10 x 10 cm² große Pappscheibe abgeschattet. Das Verhältnis des im Schatten gemessenen Wertes zur Beleuchtungsstärke der Wand neben dem abgeschatteten Bereich mal Hundert genommen, gibt den prozentualen Anteil der Rückstrahlung. Zur Messung des gesamten Nebenlichtes auf der Bildwand (Rückstrahlung plus Streulicht) wird im Bildfenster des Projektors eine 2 mm im Durchmesser große Blechmarke angebracht, die wiederum einen Teil der Wand abschattet. Nach gleicher Meßmethode wie bei der ersten Messung erhält man den Prozentwert des Nebenlichtes. Es soll 2 Prozent nicht übersteigen. Zieht man vom letzten Wert den zuerst gemessenen ab, erhält man die Größe des Streulichtes.

1.1.3 Der Betrachtungsabstand

Der günstigste Platz im Kino hängt von mehreren Faktoren gleichzeitig ab und wird in der Regel immer in der Mitte des Zuschauerraumes liegen. Im Interesse eines großen Betrachtungswinkels und der rich-

tigen Perspektive müßte er weiter vorn, im Interesse einer geringeren Sichtbarkeit der dem Film und der Projektion anhaftenden Fehler wie Bildstandschwankung, verregnetes Bild oder geringe Schärfe, müßte er weiter hinten liegen. Beide Interessen begegnen sich also in der Mitte. Dagegen ist der geringste Sichtabstand von der Bildwand allein abhängig von der Erkennbarkeit der den Bildeindruck störenden Erscheinungen. In erster Linie ist es das sogenannte „Kornkribbeln“. Das Schwarz-Weiß-Filmbild setzt sich aus mehr oder weniger großen Anhäufungen einzelner Silberkörnchen in der Schicht zusammen. Bei starker Vergrößerung werden diese Anhäufungen, die in der Emulsion bis zu 7 µm im Durchmesser betragen können, auf der Wand sichtbar, und das Auge verschmilzt sie nur dann zu einer neutralgrauen Fläche, wenn der Betrachtungsabstand groß genug ist. Die Detailempfindlichkeit des Auges, der Winkel also, unter dem man Einzelheiten noch getrennt voneinander wahrnehmen kann, liegt bei ungefähr einer Winkelminute. Das heißt, daß die erste Reihe des Parketts soweit von der Bildwand ab sein muß, daß die vergrößerten Kornanhäufungen in einen Sichtwinkel von weniger als einer Minute gelangen. Man kann daraus die mathematische Beziehung

$$e_{\min} = \frac{d}{\tan 1' \cdot b} \cdot B_N \quad [1]$$

aufstellen und erhält als Mindestentfernung $e_{\min}$ den Wert von $1,15 \cdot B_N$ (in der Formel ist d der Durchmesser der Kornanhäufung, b die Bildfensterbreite und B die Bildbreite auf der Wand). Demnach sollte die der Bildwand nächste Reihe also rund das 1,2fache der Normalbildbreite von der Wand entfernt sein. Der absolute Mindestabstand muß jedoch bei Kunststoff-Tonwänden mindestens 4 m sein, da sonst die Perforierung der Bildwand, die zur Schalldurchlässigkeit notwendig ist, gesehen wird und den Bildeindruck störend beeinflussen kann.

1.1.4 Die Bildruhe

Um den Eindruck eines ruhig stehenden Bildes zu erhalten, ist es notwendig, daß gleiche Punkte auf nachfolgenden Filmbildern auf dieselbe Stelle der Bildwand projiziert werden. Durch physikalisch-mechanische Gründe — Reibung des Films im Filmkanal, Toleranzwerte bei der Fertigung der Getriebeteile und Abnutzung — ist das jedoch nicht genau zu erreichen. Das Bild auf der Bildwand wird deshalb immer um einen geringen Wert auf- und abwärts „tanzen“, wobei dieser Bildstandsfehler in fast allen Fällen vom Zuschauer bemerkt werden kann. Da der Besucher sich aber nicht auf eine horizontale Begrenzung des Kinobildes, sondern auf den Filminhalt orientiert, wirkt ein geringer Höhenfehler bei der Bildbetrachtung noch nicht störend. Deshalb ist auch eine Bildstandsschwankung, die etwa 0,2 Prozent der Bildhöhe ausmacht, als Größtwert noch zulässig. Bestimmt wird der Bildstand, indem man die Bewegung einer projizierten, waagerechten Geraden eines besonders dafür hergestellten „Bildstandsprüffilms“ mit dem Zollstock ausmißt und diesen Wert auf Prozente der Bildhöhe umrechnet. Die Ursachen für einen zu großen Wert können sowohl ein fehlerhaftes oder zu stark abgenutztes Maltesergesperre, eine defekte oder falsch montierte Schaltrolle als auch schlechte Gleiteigenschaften des Filmes im Filmkanal oder ein zu geringer Kufendruck sein. Auch bei besten mechanischen Voraussetzungen wird der Höhenbildstandsfehler nie ganz verschwunden sein, da ein gewisser Prozentsatz bereits durch die Aufnahme- und Bearbeitungsgeräte sowie die Perforiermaschine im Film selbst enthalten ist. Die seltener auftretenden Seitenbildstandsfehler sind auf das Ausschleifen der seitlichen Begrenzung des Filmkanals oder der Einlaufrolle zurückzuführen und meist vermeidbar. Bei der Bestimmung des Bildstandsfehlers muß man sich zuvor vergewissern, ob der Projektor

vibrationsfrei aufgestellt ist, da das Vibrieren der gesamten Maschine ebenfalls in eine Bildstandsmessung eingeht.

1.1.5 Die Bildschärfe

Die heute bei der Filmaufnahme und -wiedergabe zur Anwendung kommenden Objektive sind in ihrer Qualität so gut, daß ein einwandfrei scharfes Bild ohne Farbsäume oder partielle Unschärfen erreicht werden kann. Grundbedingung hierfür ist jedoch, daß der Film genau in der Einstellenebene verbleibt und sich bei der Durchleuchtung nicht verwölbt. Das ist bei geringen Stromstärken und der damit verbundenen geringen Erwärmung des Films immer gegeben. Bei hohen Lichtströmen jedoch wird trotz Luft- und Wasserkühlung immer eine Durchbiegung des Films im Augenblick der Projektion und damit ein Auswandern aus der Einstellebene erfolgen. Diese Verwölbung folgt fast trägheitslos der Wärmeeinstrahlung und ist beim Auslaufen des Films aus dem Filmkanal bereits wieder aufgehoben. Daß das Filmbild trotzdem noch scharf erscheint, liegt am Tiefenschärfenbereich des Objektivs und an der Tatsache, daß der vorhandene Unschärfenbereich eines an sich scharfkantigen Bilddetails von den meisten Plätzen aus nicht gesehen werden kann, da seine Größe unterhalb einer Winkelminute liegt. Von Nahem betrachtet, wird aber die Unschärfe sehr deutlich. Auch hierfür läßt sich mathematisch die zulässige Filmdurchbiegung im Projektor bei vorgegebener Unschärfenzone berechnen, doch hat der Vorführer auf eine Veränderung dieser Werte keinen Einfluß. Die eben erwähnte zulässige Unschärfe erlaubt auch die Aufstellung einer gekrümmten Bildwand, bei der aber besonderer Wert auf eine gute Filmkühlung gelegt werden muß, damit der zulässige Bereich einer Abweichung von der eingestellten Ebene nicht schon allein vom Film aufgebraucht wird. Unter Beachtung der Tatsache, daß mit wachsender Entfer-

nung von der Bildwand Unschärfen immer weniger deutlich werden, hat der Vorführer, der ja den größten Abstand vom projizierten Bild hat, für die Scharfeinstellung des Bildes den ungünstigsten Platz überhaupt.

1.1.6 Bildverzerrungen

Ein wirklich unverzerrtes Bild, das dem Filmbild geometrisch ähnlich ist, erhält man dann, wenn die optische Achse der Projektionseinrichtung in der horizontalen und vertikalen Ebene genau unter 90° auf die Bildwandmitte trifft. Das ist bei der Verwendung von zwei Projektoren bereits ausgeschlossen, da beide gegeneinander so schräg aufgestellt werden müssen, daß ihre Bilder sich auf der Bildwand decken. Da dieser Winkel gegen die Saalachse aber bei Aufstellung der Projektoren symmetrisch zur Mitte des Saales sehr gering ist, kann die dadurch hervorgerufene Bildverzerrung vernachlässigt werden. Anders sieht es aus, wenn – wie das überwiegend der Fall ist – von einem erhöht liegenden Bildwerferraum abwärts projiziert wird. Diese oftmals beträchtlichen Neigungen der Projektoren führen zu einer deutlich erkennbaren Verzerrung des Bildes. Da die Strahlen zur Bildunterkante einen größeren Abstand bis zur senkrecht stehenden Bildwand haben als die Strahlen zur Bildoberkante, entsteht anstelle eines Rechteckes ein Trapez als Bild. Dabei ist sowohl die Unterkante des Bildes breiter geworden als die Oberkante, gleichzeitig ist das Bild aber auch in der Höhe ungleichmäßig vergrößert worden. Die Vergrößerung im unteren Bildteil ist stärker als im oberen. Im Extremfall würde dann eine projizierte Person zu einem normalen Oberkörper unverhältnismäßig lange Beine bekommen. Für die vorn sitzenden Zuschauer wird diese Verzerrung obendrein noch dadurch verstärkt, daß sie zum Bild aufsehen müssen. Die einfachste Methode, diesem Übel abzuwehren, besteht in einem Neigen der Bildwand nach hinten, so daß die optische

Achse wieder senkrecht auf ihr steht. Obwohl sich diese Methode bei kleineren Wänden durchführen läßt, bei größeren und gekrümmten wird es aus konstruktiven Gründen und wegen eines Durchhängens der Wand kritisch, wendet man sie nicht gern an. Eine geneigte Wand verschmutzt schneller als eine senkrecht gespannte, sie hat eine ungünstigere Reflexion und zeigt das Bild vor allem für die ersten Reihen aus einer schlechten Perspektive. Deshalb ist nur eine Neigung um höchstens den halben Winkel der Projektorneigung anzuraten. Wenn man die Schräglage der Seitenkanten abdeckt und nur den Bildinhalt betrachtet, ist auf Grund des unregelmäßigen Bildaufbaus eine geringe Verzerrung noch nicht zu erkennen. Ob eine Verzeichnung stört oder nicht erkannt wird, hängt auch wieder von mehreren Faktoren ab. Zum ersten von der Form des dargestellten Gegenstandes. Bei einfachen geometrischen Formen, Kugeln oder geraden Säulen, sind noch am ehesten Abweichungen vom Normalen feststellbar. Weiter ist das Bekanntsein der dargestellten Gegenstände, die Länge des Betrachtungsraumes und auch die Orientierung auf die Handlung des Dargebotenen mitbestimmend. Als Vergleich sei hier das Fernsehbild erwähnt, bei dem Verzerrungen meist auch nur am streng geometrischen Testbild feststellbar sind. In der Praxis wird die Bildverzeichnung als Prozentwert angegeben, und zwar ist

$$V (\%) = \frac{\text{BUK} - \text{BOK}}{\text{BOK}} \cdot 100 \quad [2]$$

Hierin bedeutet V die Verzerrung, BUK die Länge der Bildunterkante und BOK die der Oberkante. Diese Darstellung hat zwei Nachteile: Erstens fehlt hierin der Zusammenhang mit dem Neigungswinkel der Projektion und zweitens kann z. B. bei einem Breitwandbild die prozentuale Vergrößerung der Unterkante gegen die Oberkante die gleiche wie beim Normalbild sein, die Seitenkanten stehen aber weitaus

schräger und ergeben so auch absolut stärkere Verzerrungen des unteren Bildbereiches. Richtiger ist es deshalb, eine Mindestneigung der Bildseitenkante festzulegen und dadurch die Projektorneigung zu begrenzen. Setzt man z. B. als höchstzulässigen Wert für die Schräglage einer Bildkante gegen die Senkrechte 1° an, dann ergibt das für das Normalformat nach Formel [2] eine Verzerrung von 2,5 Prozent. Aus der Formel

$$\alpha^\circ = \frac{1,32 \cdot H}{B} \cdot f_N \quad [3]$$

deren Herleitung aus Platzgründen hier nicht vorgenommen werden kann, ergibt sich damit für alle Filmverfahren, in der Formel durch ihre Bildhöhe H und die Bildbreite B vertreten, die zulässige Neigung der optischen Achse gegen die Waagerechte (Winkel α) in Grad. Dabei ist der Wert immer bezogen auf die Normalformat-Brennweite f_N in cm. Für 1:1,37 hieße das, daß die höchst zulässige Neigung in Grad ungefähr gleich der Brennweite des Objektivs in cm entspricht. Die zulässige Projektionsneigung ist also von der verwendeten Brennweite abhängig. Es wurde bereits erwähnt, daß in der Regel das trapezförmige Bild durch eine rechteckige Kaschierung für den Zuschauer „verbessert“ wird. Dieser Kasch begradigt zwar die Seiten, er kann jedoch nicht die Verzerrung des Bildinhaltes aufheben. Da bei hellen Szenen trotzdem der Bildrand auf dem Kasch zu sehen sein wird, ist ein Ausfeilen untermaßig gekaufter Filmbahneinsätze oder Bildmaskenschieber in Trapezform schon eher zu empfehlen. Außer dem Neigen der Bildwand gibt es theoretisch noch eine Möglichkeit, eine unverzerrte Schrägprojektion auszuführen. Da keine Verzerrung auftritt, wenn das Bildfenster parallel zur Bildwand liegt, müßte bei gerade stehendem Projektor das Objektiv etwas tiefer, aber parallel zur Waagerechten angesetzt werden. Es arbeitet dann im schiefen Strahlenbündel und muß deshalb

einen großen scharf ausgeleuchteten Bildwinkel aufweisen. Außerdem müßte die Beleuchtungseinrichtung geneigt angebracht werden, damit ihre Mitte durch die Filmbildmitte auf Mitte Bildwand weist. Derartige Anlagen sind bereits verwirklicht worden, bedingen aber Anastigmaten großen Fassungskreisdurchmessers, um Lichtverluste durch die Baulänge des Objektivs zu vermeiden. Man kann damit Neigungen bis zu etwa 25° gut auskorrigieren.

1.1.7 Die Tonwiedergabe

Neben dem einwandfreien Bild muß auch der dazugehörige Ton sauber und ohne Nebengeräusche hörbar sein. Seine Güte kann beeinträchtigt werden durch mechanische, optische und elektrische Mängel. Auf die mechanischen Gegebenheiten, die im wesentlichen einen absoluten Gleichlauf des Filmes im Moment der Tonabtastung gewährleisten sollen, ist im 8. Heft dieser Reihe bei der Behandlung der Lichttonentwicklung eingegangen worden. Die optischen Fehler liegen in einer Fehljustierung der Tonlampe oder des Abtastspaltes, und speziell die Spaltoptik selbst kann durch vielerlei Fehleinstellungen wie Schrägstellung des Spaltes, ungleichmäßige Ausleuchtung, schlechte Spaltschärfe und Spaltversetzung gegen die Tonspur, zur Qualitätsverminderung beitragen. Auch die Verschmutzung des Tonspaltes führt zu einer Qualitätsminderung des Tones.

Eine exakte Einstellung der optischen Einrichtung muß mit entsprechendem Meßfilm durchgeführt werden. Elektrische Mängel werden meist als störende Zusatzgeräusche auftreten, die dadurch eine Tonverschlechterung herbeiführen. Bei ihrer Erkennung macht man sich die doppelte Ausführung der Apparatur zu Nutze, indem man durch wechselseitiges Einsetzen der Fotozellen oder Zellenkabel den Fehler einzukreisen versucht. Eine Anleitung hierzu kann im Rahmen dieses Lehrbriefes nicht gegeben

schräger und ergeben so auch absolut stärkere Verzerrungen des unteren Bildbereiches. Richtiger ist es deshalb, eine Mindestneigung der Bildseitenkante festzulegen und dadurch die Projektorneigung zu begrenzen. Setzt man z. B. als höchstzulässigen Wert für die Schräglage einer Bildkante gegen die Senkrechte 1° an, dann ergibt das für das Normalformat nach Formel [2] eine Verzerrung von 2,5 Prozent. Aus der Formel

$$\alpha^\circ = \frac{1,32 \cdot H}{B} \cdot f_N \quad [3]$$

deren Herleitung aus Platzgründen hier nicht vorgenommen werden kann, ergibt sich damit für alle Filmverfahren, in der Formel durch ihre Bildhöhe H und die Bildbreite B vertreten, die zulässige Neigung der optischen Achse gegen die Waagerechte (Winkel α) in Grad. Dabei ist der Wert immer bezogen auf die Normalformat-Brennweite f_N in cm. Für 1:1,37 hieße das, daß die höchst zulässige Neigung in Grad ungefähr gleich der Brennweite des Objektivs in cm entspricht. Die zulässige Projektionsneigung ist also von der verwendeten Brennweite abhängig. Es wurde bereits erwähnt, daß in der Regel das trapezförmige Bild durch eine rechteckige Kaschierung für den Zuschauer „verbessert“ wird. Dieser Kasch begradigt zwar die Seiten, er kann jedoch nicht die Verzerrung des Bildinhaltes aufheben. Da bei hellen Szenen trotzdem der Bildrand auf dem Kasch zu sehen sein wird, ist ein Ausfeilen untermaßig gekaufter Filmbahneinsätze oder Bildmaskenschieber in Trapezform schon eher zu empfehlen. Außer dem Neigen der Bildwand gibt es theoretisch noch eine Möglichkeit, eine unverzerrte Schrägprojektion auszuführen. Da keine Verzerrung auftritt, wenn das Bildfenster parallel zur Bildwand liegt, müßte bei gerade stehendem Projektor das Objektiv etwas tiefer, aber parallel zur Waagerechten angesetzt werden. Es arbeitet dann im schiefen Strahlenbündel und muß deshalb

einen großen scharf ausgeleuchteten Bildwinkel aufweisen. Außerdem müßte die Beleuchtungseinrichtung geneigt angebracht werden, damit ihre Mitte durch die Filmbildmitte auf Mitte Bildwand weist. Derartige Anlagen sind bereits verwirklicht worden, bedingen aber Anastigmaten großen Fassungskreisdurchmessers, um Lichtverluste durch die Baulänge des Objektivs zu vermeiden. Man kann damit Neigungen bis zu etwa 25° gut auskorrigieren.

1.1.7 Die Tonwiedergabe

Neben dem einwandfreien Bild muß auch der dazugehörige Ton sauber und ohne Nebengeräusche hörbar sein. Seine Güte kann beeinträchtigt werden durch mechanische, optische und elektrische Mängel. Auf die mechanischen Gegebenheiten, die im wesentlichen einen absoluten Gleichlauf des Filmes im Moment der Tonabtastung gewährleisten sollen, ist im 8. Heft dieser Reihe bei der Behandlung der Lichttonentwicklung eingegangen worden. Die optischen Fehler liegen in einer Fehljustierung der Tonlampe oder des Abtastspaltes, und speziell die Spaltoptik selbst kann durch vielerlei Fehleinstellungen wie Schrägstellung des Spaltes, ungleichmäßige Ausleuchtung, schlechte Spaltschärfe und Spaltversetzung gegen die Tonspur, zur Qualitätsverminderung beitragen. Auch die Verschmutzung des Tonspaltes führt zu einer Qualitätsminderung des Tones.

Eine exakte Einstellung der optischen Einrichtung muß mit entsprechendem Meßfilm durchgeführt werden. Elektrische Mängel werden meist als störende Zusatzgeräusche auftreten, die dadurch eine Tonverschlechterung herbeiführen. Bei ihrer Erkennung macht man sich die doppelte Ausführung der Apparatur zu Nutze, indem man durch wechselseitiges Einsetzen der Fotozellen oder Zellenkabel den Fehler einzukreisen versucht. Eine Anleitung hierzu kann im Rahmen dieses Lehrbriefes nicht gegeben

werden, es wird dafür auf die angegebene Zusatzliteratur von H. Tümmel: „Beseitigung von Störungen bei der Vorführung von Tonfilmen“ hingewiesen.

1.2 Besonderheiten bei transportablen Geräten

Die im vorigen Abschnitt angegebenen Kennwerte einer Vorführung gelten für stationäre und transportable Apparaturen gleichermaßen. Eine ortsveränderliche Anlage ist jedoch durch den vielfachen Aufbau und Abbau härteren Betriebsbedingungen unterworfen und rechtfertigt daher noch einige besondere Zusätze. Die richtige Aufstellung des Projektors hat z. B. wesentlichen Einfluß auf Standfestigkeit und Vibrationsfreiheit und damit auf die Güte des Bildstandes. Das Dreibeinstativ muß stets so ausgerichtet werden, daß der Schwerpunkt der Maschine, der bei Aufwärtsprojektion im hinteren Teil, bei Abwärtsprojektion im vorderen Bereich des Projektors liegt, nicht über die Lücke zwischen zwei Stativbeinen zu liegen kommt, sondern direkt von einem Bein abgefangen wird. Durch den gänzlich anderen Filmlauf im Projektor, die Verwendung einer kombinierten Vor- und Nachwickelrolle und den großen Abstand dieser Rolle von der Filmbahn wirken auch ganz andere Kräfte auf das Filmband. Die Belastung und damit der Verschleiß der Teile sind größer und eine schnellere Qualitätsminderung des projizierten Bildes ist unvermeidlich. Dazu trägt auch die praktisch nicht vorhandene Schwungmasse der Stiftscheibe, die durch die massive Wulst auf dem Umlaufverschluß ersetzt werden soll, bei. Der fehlende Energiespeicher hat einen rascheren Verschleiß von Stift und Kreuz zur Folge. Diese ungünstigeren Voraussetzungen der Apparatur müssen durch besonders exakte Pflege und laufende Kontrolle aller Teile wettgemacht werden. Ungleich höher als bei stationären Geräten ist auch die Zahl

der elektrischen Störungen. Durch die steckbaren Kabelverbindungen der Einzelteile der Apparatur werden viele Fehlermöglichkeiten geschaffen (Kabelbruch, Kontaktfehler, Lötstellenfehler), und man muß deshalb besonders darauf achten, daß die einzelnen Kabel immer beim dazugehörigen Projektor verbleiben. Beim Anschluß an die Maschine erfährt jedes Kabel am Stecker eine Krümmung, die aber würde sich bei wechselhaftem Koppeln mit beiden Geräten laufend ändern und so Lötstellen und Adern ermüden lassen. Außerdem sollten in der kalten Jahreszeit die Kabel vor dem Anschluß erst auf Zimmertemperatur durchgewärmt werden, um die Kunststoffummhüllung geschmeidiger zu machen. Da wegen der verwendeten Lichtquellen bei transportablen Geräten der geforderte Leuchtdichtewert der Bildwand nur sehr selten erreicht werden kann, müssen alle Faktoren, die eine Lichtminderung herbeiführen können, besonders beachtet werden. Das ist neben Justierfehlern und der Verschmutzung optischer Teile vor allem die transportable Bildwand. Durch das ständige Aufspannen und Zusammenlegen läßt sich eine schnellere Verschmutzung nicht vermeiden. Sie ist meistens für den größten Anteil am Lichtverlust verantwortlich. Kontrastminderung kann eintreten, wenn die Wand z. B. vor einer hellen Saalwand aufgebaut wurde. Das durch die Bildwand hindurchfallende Licht wird von der Saalwand reflektiert und erhellt die Bildwand von hinten mit diffusem Licht. Eine stationäre Bildwand, die in Form einer schwarz umrandeten Gipsfläche oder einer aufrollbaren Kunststoff-Folie ausgeführt sein kann, ist also nicht nur eine Erleichterung für den Vorführer, sondern dient in erster Linie der Qualitätssteigerung des Bildes. Auch für die Tonwiedergabe erhöht sich die Zahl der Fehlermöglichkeiten bei einer transportablen Apparatur. Durch Erschütterungen während des Transportes der Anlage kann es zu Dejustierungen einzelner Teile der Abtasteinrichtung kommen. Die