

5.0 Raumfilm-Projektion

Das im Kino projizierte Bild ist flächig, es hat nur in zwei Dimensionen, nämlich Höhe und Breite, eine Ausdehnung.

Eine Tiefenausdehnung kann durch die Anwendung bestimmter Gesetzmäßigkeiten bei der Aufnahme lediglich vorgetäuscht werden. Dazu tragen vor allem Licht und Schatten, sichere Beherrschung der Perspektive und teilweise auch der Farbgebung bei. Auch die Vergrößerung des Bildwinkels, verbunden mit einer hohen Schärfe über das ganze Bild und vor allem in der Tiefenausdehnung (Tiefenschärfe) lassen ein Bild „plastischer“ erscheinen. All diese Maßnahmen erhöhen aber nur den Eindruck einer Tiefe, führen zu einer Belebung der Raumvorstellung, ohne jedoch eine wirkliche Raumwahrnehmung zu erzielen.

Diese Wahrnehmung der Raumtiefe im Kinobild – der echte plastische Film – auch stereoskopischer oder 3-D-Film (3-Dimensional) genannt – bedingt einen erhöhten technischen Aufwand für Aufnahme und Vorführung und konnte sich bisher im kommerziellen Film nicht durchsetzen. Es ist bei einem zeitweisen, kurzen Einsatz des Raumfilmes geblieben.

5.1 Physiologische Grundlagen des räumlichen Sehens

Es ist bekannt, daß im menschlichen Auge, ähnlich wie bei einer Fotokamera, ein Ge-

genstand durch unsere Augenlinse auf der Netzhaut abgebildet wird. In jedem Auge entsteht so ein flächiges Bild. Durch eine bisher noch wenig erforschte Wechselwirkung zwischen der Empfindung des rechten und der des linken Auges entsteht dann im Gehirn erst ein Raumbild. Auf beiden Retinas gibt es demnach korrespondierende Stellen, die die zusammengehörigen Bildpunkte als von einem Gegenstand kommend auswerten. Beim Betrachten eines Dinges werden beide Augen darauf gerichtet. Ihre optischen Achsen treffen sich dabei auf dem Gegenstandspunkt und schließen einen Winkel ein, der je nach der Entfernung des fixierten Punktes vom Beschauer größer oder kleiner ist. Dieser „Konvergenzwinkel“ (siehe Abb. 12) beträgt z. B. beim Lesen eines Buches in 25 cm Entfernung rund 15° , beim Betrachten eines Gegenstandes, der 10 m entfernt ist, nur noch ungefähr $0,3^\circ$.

Das Maß an Muskelarbeit, das zur Augendrehung aufgewendet werden muß, um einen bestimmten Konvergenzwinkel zu erhalten, wird dabei im Bewußtsein des Menschen in ein Entfernungsmaß umgewandelt. Dieser Faktor zur Wahrnehmung der Lage eines Gegenstandes in der Raumtiefe ist eine Erfahrungssache und nicht angeboren. Wegen der Kleinheit des Augenabstandes (im Mittel 65 mm) im Gegensatz zu den Betrachtungsentfernungen trägt die Konver-

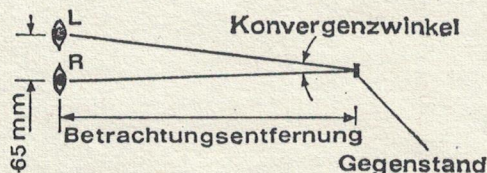


Abb. 12

Entstehung des Konvergenzwinkels beim beidäugigen Betrachten eines Gegenstandes

genz der Augen nur auf eine Weite von etwa 10 m zur plastischen Wahrnehmung bei. Über diese Entfernung hinaus sind die beiden, von den Augen gesehenen Bilder praktisch gleich. Eine weitere Bedingung für ein Raumsehen ist die Eigenschaft des Auges, für jede Betrachtungsentfernung selbsttätig die Schärfe einzustellen. Dies erfolgt durch eine Veränderung der Krümmung der Augenlinse. Auch hierbei ist der dazu benötigte Kraftaufwand des Muskels wieder ein Maß für die Entfernung des Gegenstandes. Gleichzeitig erlaubt diese Tatsache auch ein gewisses plastisches Sehen mit nur einem Auge. Die Krümmungsänderung der Augenlinse nennt man Akkomodation; sie erlaubt ein Entfernungsschätzen bis etwa 15 m. Über diesen Wert hinausgehende Weiten verändern die Krümmung nicht mehr. Alle größeren Entfernungen werden deshalb durch eine Reihe von Erfahrungswerten bestimmt, die der Mensch im Verlauf seines Lebens annimmt. So ist für uns z. B. die perspektivische Verkleinerung der Dinge mit wachsender Entfernung eine Hilfe bei der Raumwahrnehmung. Ferner ist die sichtbare Größe bestimmter Gegenstände, die uns in ihrem tatsächlichen Ausmaß bekannt sind, ein Maß für ihren Abstand vom Betrachter. Die teilweise Verdeckung weiter zurückliegender Dinge durch näher liegende, die gegenseitige Verlagerung unterschiedlich weit entfernter Dinge bei der Ortsveränderung des Betrachters, die Blaufärbung der Ferne usw., alle diese Faktoren unterstützen ebenfalls das Raumsehen. Die Fähigkeit, die Raumtiefe in der Natur wahrnehmen zu können, beruht also nicht nur auf dem Vorhandensein zweier Augen, sondern wird durch viele Voraussetzungen gleichzeitig bewirkt.

5.2 Physikalische Grundlagen

Um auch im Kino die Bedingungen für ein echtes stereoskopisches Sehen schaffen zu können, müssen in Anlehnung an den beid-

äugigen – binokularen – Sehprozeß die Filmaufnahmen mit zwei Kameras, deren Objektive um den Wert des Augenabstandes seitlich versetzt stehen müssen, gemacht werden. Je nach Szenenabstand müssen auch hier Konvergenz der Objektive und ihre Scharfeinstellung geändert werden. Die beiden derart erhaltenen Bilder müssen dann ebenfalls wieder gleichzeitig aufeinander projiziert werden. Wichtig ist aber nun, daß dafür gesorgt wird, daß das rechte Auge nur das von der rechten Kamera – und analog jetzt vom rechten Projektor – erzeugte Bild zu sehen bekommt, und das linke Auge nur das andere Bild wahrnimmt. Erst dadurch kann eine Verschmelzung der beiden um ein wenig voneinander verschiedenen Bilder zu einem Raumbild eintreten. Diese Bildtrennung, auf die im übernächsten Abschnitt genauer eingegangen wird, ist die Hauptschwierigkeit beim Stereofilm. Sie verursacht den größten Aufwand bei diesem Verfahren. Da die Projektion auch auf einer einzigen flächigen Bildwand erfolgen muß, ist die Schärfe des projizierten Bildes immer genau in Bildwandebene. Das Auge des Betrachters braucht also nur eine definierte Akkomodation ausführen, die dann über die ganze Vorstellung erhalten bleibt. Die beiden hauptsächlichen Grundlagen für das Raumsehen, Konvergenz und Akkomodation, wirken aber beim natürlichen Sehvorgang immer zusammen. Eine Änderung der Betrachtungsentfernung innerhalb des Nahbereiches von 10 m führt sowohl zu einer Veränderung des Konvergenzwinkels als auch zur Veränderung der Linsenkrümmung. Bei der Filmbildbetrachtung werden jetzt diese immer gemeinsam sich ändernden Erscheinungen gewaltsam getrennt, da die zusammengehörigen Bildpunkte beider Einzelbilder je nach ihrer Aufnahmeentfernung unterschiedlich weit auf der Bildwand auseinander liegen. Abbildung 13 veranschaulicht diesen Prozeß. In Bild a scheint der Punkt x, dargestellt aus den beiden einzelnen Bildpunkten x_1

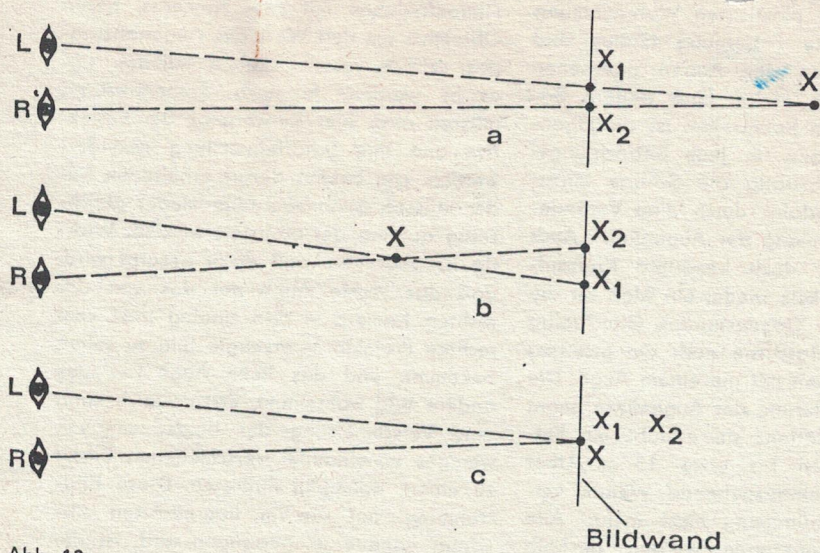


Abb. 13
Tiefenverlagerung des Punktes X

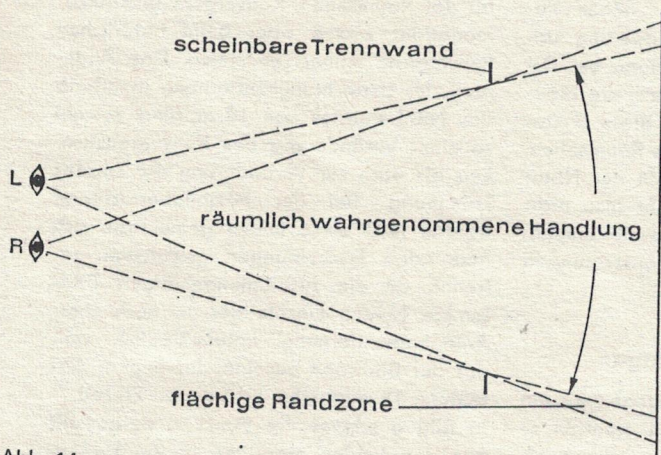


Abb. 14
Möglichkeit der Erhöhung eines Raumeindrucks

und x_2 (linkes und rechtes Bild), hinter der Bildwandebene im Raum zu stehen. Bei einer Umkehrung der Seiten durch stärkere Konvergenz der Optiken bei der Aufnahme kann jedoch auch eine Tiefenverlagerung auf den Zuschauer zu erreicht werden (Bild b). In Bild c, bei dem die Punkte x_1 und x_2 direkt aufeinander fallen, scheint der Punkt in Bildwandebene zu liegen. Bei allen drei Bildern aber liegt die tatsächliche Bildschärfe immer auf der Bildwand selbst. Die sich laufend ändernde Konvergenz der Augen bei feststehender Akkommodation bedingt auch, daß man meist erst einige Minuten braucht, bis das Auge sich an diese ungewohnte Betätigung angepaßt hat und ein Raumeindruck erfolgt.* Längeres Betrachten führt nicht selten zu Kopfschmerzen und Ermüdung. Bei der Projektion ist weiterhin zu beachten, daß das plastische Bild nicht abstrakt irgendwo im Raum steht, sondern eine Beziehung zur Umgebung, zur Zuschauerraum-Vorderwand haben muß. Im Gegensatz zum natürlichen Sehen, bei dem der Zuschauer mitten im Geschehen drin ist, sitzt er im Kino nicht im, sondern vor dem eigentlichen Geschehen und betrachtet es quasi wie durch ein Fenster. Zur Vervollkommenheit der Raumhaftigkeit des Bildes muß man deshalb auch richtiggehende „Fensterbedingungen“ im Kino schaffen. Nach Abbildung 14 sieht ein Mensch, der durch eine Begrenzung ins Freie blickt, nur einen Teil der Gesamtscene räumlich mit beiden Augen, die schmalen Seitenzonen erscheinen flächig. Sie werden nur monokular gesehen. Diese Bedingungen kann man im Kino nachbilden, indem in jedem Projektor ein schmaler Streifen am Bildrand abgekassiert wird und so auch nur das Mittelteil des Bildes von beiden Projektoren erzeugt wird. An den Kreuzungspunkten gleicher Seitenstrahlen beider Augen entsteht dann die scheinbare Bildbegrenzung. Allerdings tritt diese Verbesserung des Eindrucks nur für eine geringe Zahl idealer Sitzplätze ein, da die Verhältnisse auf eine bestimmte

Sichtentfernung abgestimmt sind. Eine noch größere Rolle spielen diese flächigen Randzonen des Bildes beim Übergang zum plastischen Panoramabild, bei dem durch seine Breite schon durch den Nasenrücken die Sicht des einzelnen Auges begrenzt wird. Zur Zeit jedoch hat das Raumbild im Zusammenhang mit Seitenverhältnissen über das Normalformat hinaus noch keine Bedeutung.

5.3 Projektionsverfahren

Es wurde bereits erwähnt, daß für eine Raumbildwahrnehmung für jedes Auge extra ein Bild aufgenommen und wiedergegeben werden muß. Dazu kann man zwei synchron laufende Geräte mit je einem Filmstreifen und voller Ausnutzung der Filmflächen benutzen – das wäre das sogenannte Zweistreifenverfahren. Es gibt aber auch Kameras und Projektoren mit Spezialobjektiven, die beide Bilder über oder nebeneinander auf einem Filmband enthalten. Im Folgenden sollen kurz die Vor- und Nachteile dieser beiden, in der Praxis angewendeten Versionen erläutert werden.

5.3.1 Das Zweistreifenverfahren

Als Ergebnis der Aufnahme mit zwei mechanisch miteinander gekuppelten Kameras liegen zwei Filme vor. Für ihre gleichzeitige Projektion benötigt man eine Kopplung der Projektoren, die wegen evtl. nicht übereinstimmender Klebestellen ausgleichbar sein muß. Außerdem müßten für eine pausenlose Vorführung vier Maschinen installiert sein. In der Praxis klebt man meist mehrere Akte zusammen, um mit einer einzigen Pause auszukommen. Als Koppelglied wird heute meistens eine sogenannte „elektrische Welle“ benutzt, auf deren Aufbau und Wirkungsweise im Kapitel der Mehrfilmverfahren eingegangen wird. Beide Filmstreifen tragen eine fortlaufende Randsignatur, um beim Kleben Gleichheit ge-

währleisten zu können (bei Auftreten einer zeitlichen Parallaxe können – vor allem bei schnellen Bewegungen im Bild – Unterschiede von einem Bild schon störend wirken). Beide Streifen können ohne weiteres auch getrennt als normale Kopien verwendet werden. Die Leuchtdichte des Projektionsbildes wird zufriedenstellend sein, da ja immer zwei Lampen gleichzeitig in Betrieb sind. Ebenso halten sich die Wärmebelastung und die Kornauflösung in den Grenzen einer Normalfilmprojektion. Nachteile des Zweibandverfahrens sind:

- a) Um Raumverzerrungen zu vermeiden, müssen beide Projektionsobjektive genau die gleiche Brennweite aufweisen. Der Unterschied muß kleiner als 1 Prozent sein. Die handelsüblichen Projektionsobjektive werden jedoch in bezug auf die Brennweite mit Betriebstoleranzen von $\pm 1,5$ Prozent geliefert. Ein Ausschuen genau harmonisierender Projektionsobjektive ist also notwendig.
- b) Die Addition der Bildstandsfehler beider Maschinen führt ebenfalls zu Verzerrungen. Schlechter seitlicher Bildstand ergibt eine atmende Raumtiefe.

c) Es muß eine genaueste Justierung beider Projektoren auf den sogenannten Konvergenzpunkt eines speziellen Prüffilmes erfolgen.

d) Unterschiedliche Lichtströme oder Lichtschwankungen stören den Raumeindruck.

e) Dasselbe gilt von einer unterschiedlichen Schärfe der beiden Bilder.

5.3.2 Einstreifenverfahren

Alle die unter a) bis e) genannten Faktoren fallen weg, wenn beide Bilder auf demselben Filmstreifen untergebracht sind. In der Praxis ausgeführt sind viele Versionen dieses Prinzips. Das 1936 von der Firma Zeiss IKON herausgebrachte Verfahren arbeitet z. B. mit einer Spezialoptik, die zwei um den Augenabstand versetzt aufgenommene Bilder um 90° dreht und verkleinert hochkantstehend nebeneinander auf einem Bildfeld unterbringt (Abb. 15 zeigt das zweistreifige Verfahren).

Das Einzelbild hat dann nur die Abmessung von $10,5 \times 15,2 \text{ mm}^2$. Für die Wiedergabe findet ebenfalls eine Spezialoptik mit dem Namen „Sterikon-Objektiv“ Verwen-

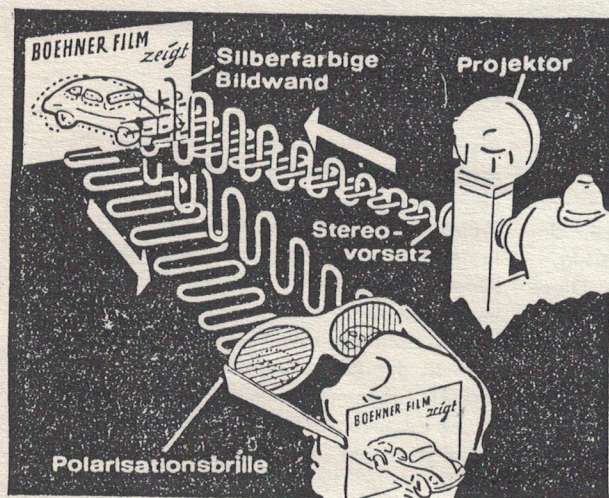


Abb. 15
3-D-Projektion nach dem Polarisationsverfahren

dung, die in einer Fassung Grundobjektiv, Umkehrprismen, Ablenkkeile und auch noch die für die Bildtrennung nötigen Filter enthält. Eine andere in der Sowjetunion angewandte Version sieht die Verwendung eines 35 mm breiten Films vor, bei dem die Perforation zu drei Vierteln eingespart wurde. Es ist an Stelle der bisherigen vier Loch pro Bild jetzt nur noch auf jeder Seite ein Loch pro Bild vorhanden. Ein aus Ungarn benutztes Verfahren vermindert Höhe und Breite derart, daß beide Bilder übereinander in einem Bildfeld Platz haben und außerdem noch drei MT-Spuren untergebracht werden können. Auch hier wird bei der Projektion durch Prismen ein Ineinanderschieben beider Bilder erreicht. Das Seitenverhältnis des Bildes beträgt 1:1,61. Allen Einstreifenverfahren, sofern sie nicht mit erhöhter Filmlaufgeschwindigkeit und alternierender Folge der Rechts-Links-Bilder arbeiten, haftet der Nachteil der höheren Wärmebelastung des Films, der geringeren Lichtwerte und der geringeren Bildgrößen an. Will man so stark vergrößern, daß das Format der Normalbildwand erreicht wird, gelangt man meist bereits an die Grenze des Auflösungsvermögens des Materials. Außerdem müssen durch die Vielzahl der zusätzlichen optischen Glieder neben Lichtverlusten auch weitere Fehlerquellen in Kauf genommen werden.

5.4 Formen der Bildtrennung

Um jedem Auge des Betrachters nur das zugehörige Bild sichtbar zu machen, gibt es zwei Wege. Entweder man trifft Vorkehrungen beim Zuschauer in Form von Spezialbrillen oder am Kinosessel befestigten Filterscheiben, oder man bringt vor der Bildwand eine Art „Lichtweiche“ an, die diese Forderung erfüllt. Beide Prinzipien fanden in der Praxis Anwendung. In diesem Rahmen sollen aus der Vielzahl der Lösungsmöglichkeiten jedoch nur die kurz erläutert werden, die heute noch angewendet werden.

5.4.1 Das Anaglyphenverfahren

Dieses von dem Physiker d'Almeida 1858 zuerst erwähnte Verfahren setzt die Farbtüchtigkeit der Betrachter voraus. Nach Fertigstellung der beiden Kopien wird der Linksauszug rot und der für den rechten Projektor bestimmte Film grün eingefärbt. Betrachtet man nur den roten Film durch ein grünes Filter, so erscheinen die Konturen schwarz-weiß bzw. in den entsprechenden Grauwerten, während das Bild des Grünauszuges durch das gleiche Filter betrachtet nicht sichtbar wird. Der Zuschauer benutzt also eine Brille mit einem roten und einem grünen Glas und sieht so mit jedem Auge nur ein schwarz-weißes Bild. Dieses Verfahren findet wegen seines relativ einfachen Prinzips in vielen Lehrbüchern, in denen es auf die richtige Sichtbarmachung räumlicher Gebilde ankommt, Anwendung, denn selbstverständlich erscheinen auch zwei gedruckte oder perspektivisch richtig gemalte und ineinandergeschaltete Bilder in roter und grüner Farbe, durch eine derartige Anaglyphenbrille betrachtet, als Körper. Da das menschliche Auge die einzelnen Farben unterschiedlich empfindet, müssen die Filter für eine einwandfreie Wiedergabe sehr hochwertig sein, um eine gleiche Dichte bezüglich den Bereichen unter der $v\lambda$ -Kurve, die diesen Wellenlängen entsprechen, zu gewährleisten. Haben die Filter eine unterschiedliche Durchlässigkeit, so erscheinen zusätzlich schwache farbige Flachbilder, die vor allem bei der Betrachtung eines Stereo-Laufbildes sehr störend sind. Das Verfahren benötigt keine besondere Bildwand, übliche Textil- oder Plastikwände genügen. Da die Farbe als Mittel der Bildtrennung fungiert, ist die Wiedergabe von Farbfilmen damit nicht möglich.

5.4.2 Das Polarisationsverfahren

Unter der Polarisation des Lichtes versteht man die Nutzung nur der, sich in einer Richtung ausbreitenden, Wellen, deren

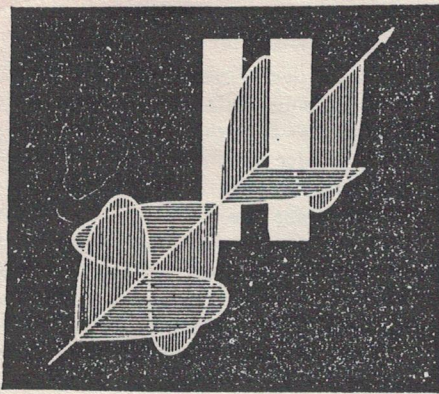


Abb. 16
Schematische Darstellung der Wirkung
eines Pola-Filters

Amplituden alle in der gleichen Ebene liegen. Im natürlichen Licht der Lichtquellen liegen die Schwingungsebenen rund um die Fortpflanzungsrichtung. Durch entsprechende Filter kann man nun bevorzugte Ebenen auswählen und alle anderen sperren. Als Modellvergleich mag ein Gitter aus senkrechten Stäben dienen, das eine ebenfalls senkrecht verlaufende Schwingung hindurchläßt, dagegen für eine querlaufende Welle zur Sperre wird (Abb. 16).

Bringt man nun beim Zweibandverfahren vor das eine Objektiv ein Polarisationsfilter für senkrechten Durchlaß und vor das andere ein gegen das erste um 90° gedrehtes Filter, so werden die beiden Bilder auf der Bildwand aus Licht von unterschiedlichen Schwingungsebenen erzeugt. Als Bildwand muß eine metallisierte Oberfläche Verwendung finden, da diffus reflektierende Materialien die Eigenschaft haben, polarisiertes Licht wieder zu depolarisieren. Eine „Silberwand“ hat diese Eigenschaft nicht. Der Betrachter trägt eine Brille, die ebenfalls aus Pola-Filtern besteht und jedem Auge nur das ihm zukommende Bild sichtbar werden läßt. Die für dieses Verfahren benötigten Filter sind sehr lichtschluckend und wärmeempfindlich. So kann bei gro-

ßem Lichtstrom durch die mitgeführte Wärme ein Nachlassen der Polarisationswirkung eintreten, dasselbe kann auch beim Auftreten mechanischer Spannungen im Filterglas passieren. Trotz des lichttechnischen Nachteils und der Forderung nach speziellen Bildschirmen ist dieses Verfahren das heute in der Welt am häufigsten benutzte. Es läßt dem Zuschauer volle Bewegungsfreiheit – lediglich beim seitlichen Neigen des Kopfes verschwindet der Raumeindruck, da dann die Wellenebenen der Brillenfilter nicht mehr mit denen am Projektor übereinstimmen – und es erlaubt auch die Wiedergabe von Farbfilmen.

5.4.3 Rasterverfahren

Bereits um 1900 wurde von Naillon ein Prinzip angegeben, bei dem dem Zuschauer das lästige Tragen von Brillen erspart bleibt. Dieses Verfahren wurde von Iwanow dann vervollkommen und praktisch ausgeführt. Vor einer normalen weißen Bildwand werden in gleichen Abständen lichtabsorbierende Streifen angebracht, die durch ihren Abstand von der Bildwand für beide Augen unterschiedliche „Abschattungen“ erzielen. Abbildung 17 zeigt das Prinzip in einer vereinfachten Darstellung.

Dabei müssen die einzelnen Streifen so schmal sein, daß sie aus der Betrachtungsentfernung unter einem Winkel kleiner eine Minute erscheinen und damit zu grau aufgelöst werden. Eine tatsächliche Raumwirkung wird also nur in einer genau definierten Entfernung von der Wand gesehen. Außerdem verlangt das Verfahren eine völlig ruhige Kopfhaltung während der Vorführung. Vor allem der erste Faktor, der ja die Aufstellung nur einer einzigen Reihe im Zuschauerraum bedeuten würde, führte zur Weiterentwicklung des Verfahrens und Benutzung eines Perspektivrasters. Dabei waren die lichtschluckenden Streifen vor der sehr hoch hängenden Bildwand oben breiter als vor der Unterkante. Für jeden Platz im Zuschauerraum mußte der genaue

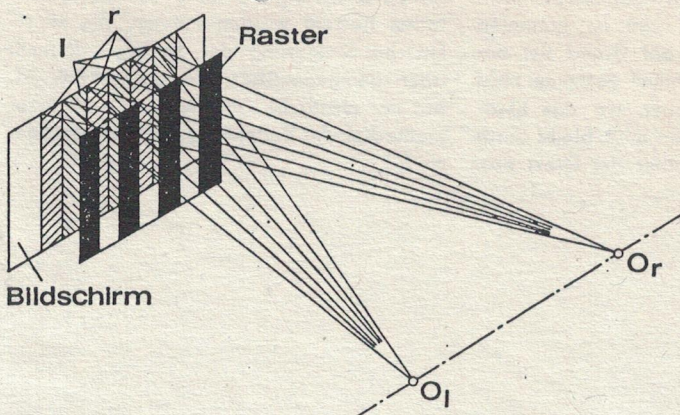


Abb. 17
Bildtrennung durch Streifenraster vor der Bildwand

Standort errechnet werden, wenn eine plastische Wirkung erzielt werden sollte. 1941 wurde von Iwanow in Moskau vor einer 25 m² großen Bildwand ein solches Raster aus 150 000 m Stahldraht von 0,2 mm Dicke angebracht. Die 2000 Streifen bestanden aus 36 000 Drähten und waren einzeln gespannt. Die gesamte Lichtweiche wog sechs Tonnen. Im Zuschauerraum, der vorher für rund 500 Besucher angelegt war, konnten nur 260 Plätze Aufstellung finden, von denen aus ein Raumbild bei absolut ruhiger Kopfhaltung sichtbar war. Da dieses Drahtgebilde vor der Bildwand äußerst viel Licht schluckte und auch mechanisch sehr aufwendig war, entwickelte man ein gleichartig wirkendes Raster aus einzelnen Linsen. Auf eine durchsichtige Folie wurden Keillinsen, die eine Stärke von 4 bis 9 μ m und wenige mm Länge aufwiesen, aufgebracht, und die so präparierte Folie dann ebenfalls in einem bestimmten Abstand vor der Bildwand aufgehängt. Mit diesem Linsenraster erreichte man die gleiche Wirkung wie mit dem Drahtmuster bei größerem Lichtwirkungsgrad. Fehlerhafte Krümmung einzelner Linsen, Streulicht an ihren Stoßkanten und hoher Preis der Anlage führten jedoch dazu, daß dieses einzige,

brillenlose Stereoverfahren ebenfalls über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen ist. Daß der echte Raumfilm bisher über einen sporadischen Einsatz – vor allem als versuchtes Hilfsmittel gegen Besucherschwund in Tiefzeiten des Films – nicht hinauskam, liegt nicht nur an dem technisch höheren Aufwand, sondern zum Großteil auch an dem Unvermögen der Produzenten, die dieser Filmart eigenen, neuen Gesetze richtig anzuwenden. In den meisten Filmen – vor allem in denen des westlichen Auslandes – wurde das Hauptgewicht auf eine unmittelbare Einbeziehung des Zuschauers in eine, dem Besucher meist nicht sehr sympathische Handlung gelegt. Da sprangen wilde Tiere ins Parkett, Messer oder Späere wurden gegen das Publikum geschleudert und durch im Rücken der Zuschauer angebrachte Effektlautsprecher das Geschehen noch intensiviert. Die dadurch hervorgerufenen, zum Großteil unwillkürlichen Abwehrreaktionen führten zum Nachlassen der Aufmerksamkeit für den eigentlichen Handlungsablauf und zur Konzentrierung auf einzelne, zu erwartende Gags. Damit verlor aber der Raumfilm auch schneller wieder an Interesse, da das „Erlebnis“ ausblieb. Als wei-

terer Faktor kommt noch hinzu, daß eine große Zahl Menschen überhaupt nicht räumlich sehen kann, und im normalen Leben diesen Mangel auf Grund der bereits genannten „erlernten“ Faktoren nicht empfindet. Im Kino aber, wo das binokulare Sehen überwiegen muß, bleibt durch physiologische Augenfehler der Effekt aus.

Da insgesamt gesehen für eine perfekte Stereovorführung hohe technische Kriterien gestellt werden müssen, die künstlerische Steigerung der Aussage dadurch aber demgegenüber nur unerheblich ist, hat der plastische Film heute überall mehr meßtechnische Bedeutung als Betrachtungswert.

6.0 Die Mehrfilmverfahren

Wie die Überschrift bereits andeutet, handelt es sich bei den unter dem Kapitel zu beschreibenden Arten der Filmprojektion um Verfahren, die mit mehreren Filmen gleichzeitig arbeiten. Auch hier könnte der Hinweis auf Parallelen in der Geschichte der Filmtechnik erfolgen, denn schon vor der Jahrhundertwende sind Filmveranstaltungen dieser Art durchgeführt worden. Im Jahre 1927 drehte der Franzose Abel Gance in Zusammenarbeit mit der Firma Debrié einen Film über das Leben Napoleons, bei dem er für besondere Szenen ebenfalls drei Kameras einsetzte, die starr miteinander gekoppelt waren und in ihren Bildwinkeln aneinanderstießen. Bei der Projektion liefen dann drei Projektoren gleichzeitig. Die einzelnen Teilbilder ergaben auf einer großen Bildwand im Seitenverhältnis 1 : 3,5 ein zusammenhängendes Bild, bei dem allerdings die Trennstellen zwischen den Teilbildern sichtbar waren. Ähnliche Anlagen, bei denen der Zuschauer faktisch von einem halbkreisförmigen, aus mehreren Teilbildern bestehendem Panoramabild umgeben ist, kennt man auch zum Testen der Reaktionsfähigkeit von Kraftfahrern, Piloten und ähnlichem. Eine zivile Weiterentwicklung einer solchen Testanlage für Jagdfliegerpiloten ist auch das amerikanische „Cinerama-Verfahren“.

6.1 Das Cinerama-Verfahren und seine Varianten

Das Prinzip dieses Verfahrens besteht in der gleichzeitigen Verwendung von drei 35 mm breiten Filmen für Aufnahme und Wiedergabe, die ein geschlossenes Bild auf einer fast halbkreisförmigen Bildwand erzeugen. Die Spezialekamera mit ihren drei Filmbändern ist so gebaut, daß die optischen Achsen der beiden äußeren Objektive zur optischen Achse des mittleren

jeweils einen Winkel von 48° bilden. Es kann somit für die Aufnahme nur eine für alle Szenen gleichbleibende Brennweite verwendet werden. Da die inneren Seitenkanten der äußeren Bilder mit den Kanten des Mittelbildes etwas überlappen, ergibt sich ein Gesamtbildwinkel von 146° in der Waagerechten, dem ein vertikaler Bildwinkel von 55° gegenübersteht. Das Seitenverhältnis bei diesem Verfahren ist also nicht ganz 1 : 3. Eine Übersicht über das Verfahren gibt Abbildung 18.

Die Maße für das Projektorbildfenster sind $25,02 \times 27,64 \text{ mm}^2$. Der Ton, der zur Erhöhung der Wirkung des Bildes mehrkanalig aufgenommen wird, befindet sich auf einem getrennten 35-mm-Magnetfilm. Pro Bild entfallen auf jeder Seite sechs Perforationslöcher. Dieser vergrößerte Schaltschritt von 28,5 mm ergibt im Verein mit der ebenfalls höheren Bildfrequenz von 26 pro Sekunde eine Filmgeschwindigkeit von 0,741 m pro Sekunde. Da alle drei Aufnahmeobjektive räumlich gegeneinander versetzt sind, fotografieren sie ihre Teilbilder jeweils aus verschiedenen Perspektiven. Das ergibt einen deutlich sichtbaren Knick an den Stoßkanten bei waagerechten Linien, die über das Gesamtbild führen. Da aus Gründen einer perspektivischen Verzerrung auch keine Schwenks bei der Aufnahme möglich sind und zur Vermeidung von toten Streifen zwischen den Teilbildern immer eine bestimmte Aufnahmeentfernung eingehalten werden muß, verringern sich die Gestaltungsmöglichkeiten der Kamera wesentlich. Das legt auch zugleich das Genre der Cinerama-Filme fest. Es bewegt sich ausschließlich im Landschafts- und Kulturfilmbereich. Für die Cinerama-Projektion müssen mindestens drei Bildprojektoren und eine Tonbandmaschine vorhanden sein; zu einer pausenlosen Vorführung jedoch würde die doppelte Anzahl

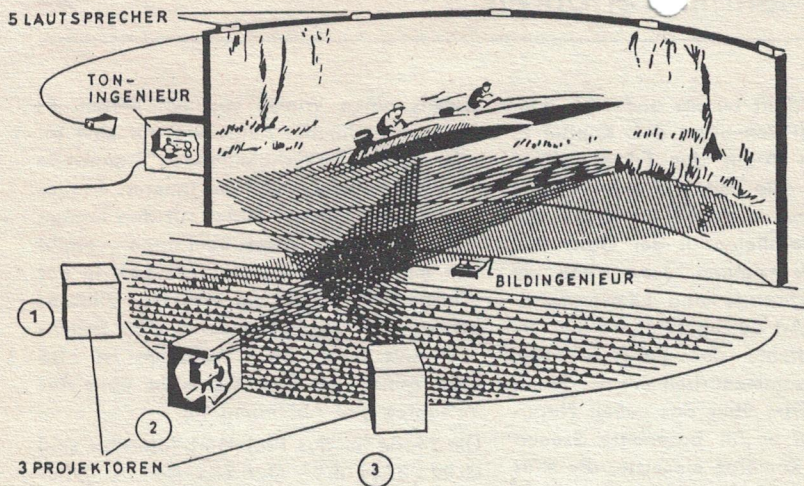
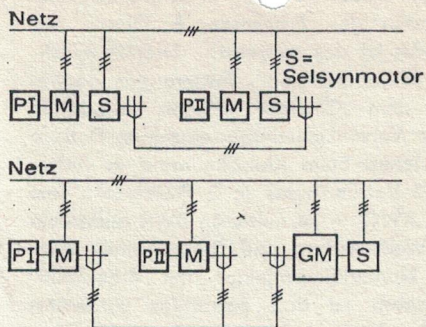


Abb. 18
Prinzipdarstellung des „Cinerama“-Verfahrens

benötigt. Auch hier hilft man sich durch die Verwendung sehr großer Filmspulen, die bis zu 3000 m Film fassen und damit nur eine Pause während des Programms benötigen. Ähnlich der Aufnahme stehen auch bei der Projektion die Geräte gegeneinander in einem Winkel von jeweils 48° , wobei der linke Projektor das rechte Teilbild projiziert und der rechte Projektor das linke. Durch diese Anordnung und dadurch, daß jeder Projektor eine eigene Lichtquelle besitzt, sind beim Cinerama-Verfahren gut ausgeleuchtete Bilder von mehr als 30 m Breite bei hoher Bildqualität möglich. Diese Werte werden allerdings mit einem sehr hohen Aufwand an Technik und Finanzen erkauft. Das beginnt bei der Forderung nach drei getrennten Bildwerfräumen für die Aufstellung der Projektoren. Für jeden Projektor wird ein Vorführer benötigt. Die Projektoren müssen untereinander und mit dem Bandspieler völlig synchron laufen und vor allem auch synchron anlaufen. Dazu sind sie untereinander durch eine sogenannte elektrische Welle verbunden. In ihrer einfachsten Form

besteht eine solche Gleichhalteeinrichtung aus zusätzlichen Schleifringläufermotoren, von denen jeweils einer direkt an das freie Wellenende des Antriebsmotors angeflanscht wird. Diese Haltemotore („Selsyn-Motore“) werden ständerseitig an das Netz gelegt und über die Schleifringe untereinander verbunden. Ein Vorlauf des einen Motors bringt durch Induktionsrückwirkung alle angeschlossenen wieder in die gleiche Phasenlage (Abb. 19).

Eine andere Möglichkeit ist das „Interlok-Prinzip“. Hier werden Schleifringläufer-Drehstrommotoren als direkte Antriebsmotore verwendet. Über ihre Schleifringe sind sie gleichphasig mit einem großen Schleifringläufer-Motor verbunden, der von einem Synchronmotor angetrieben, einen absoluten Gleichlauf aller angeschlossenen Motoren bewirkt. Da beim Cinerama-Verfahren immer nur alle Projektoren zusammen in Betrieb sind, stört es nicht, daß beim Interlok-Prinzip ein getrennter Lauf nur eines Projektors für sich allein nicht möglich ist. Die Projektion muß absolut waagrecht erfolgen, da eine Schrägpro-



GM=Gleichhaltemotor S=Synchronmot.

Abb. 19

Blockschalter (vereinfacht) zweier Ausführungsarten von „elektrischen Wellen“ (oben: Selsyn-Prinzip; unten Interlok-Prinzip)

jektion auf die stark gekrümmte Bildwand zu einer unvermeidbaren Verzerrung der Teilbilder führen würde. Die Bildwand selbst besteht nicht aus einem Stück, sondern in ihren seitlichen Bereichen aus vielen einzelnen, 20 mm breiten weißen Plastikstreifen, die senkrecht gespannt alle parallel zur Bildwandsehne liegen. Sie haben einen Abstand von 5 mm voneinander und überlappen sich (Abb. 20). Durch diese Ausführung wird eine gegenseitige Aufhellung der seitlichen Bildteile verhindert, da keine Stelle der Wand von Reflexlicht getroffen werden kann. Außerdem kann eine bessere Gleichmäßigkeit der Krümmung ausgeführt werden. Besondere Schwierigkeit macht es, die Stoßkan-

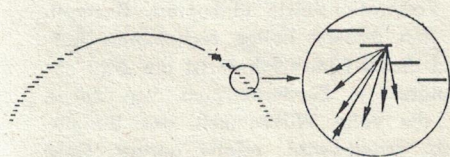


Abb. 20

Schematische Darstellung der „Cinerama“-Bildwand

ten zweier benachbarter Teilbilder unsichtbar zu machen. Beim Cinerama werden die Teilbilder leicht überlappend projiziert. Die höhere Leuchtdichte an diesen Stellen vermeidet man durch zwei kleine Stahlkämme, die an der seitlichen Bildbegrenzung im mittleren Projektor etwa je einen Millimeter ins Bild hineinragen und durch eine rasche vertikale Bewegung ein Verwischen der Nahtstellen erreichen sollen.

Völlig unsichtbar machen können sie sie nicht. Besonders bei hellen Szenen, bei Aufnahmen gegen den Himmel, treten sie noch mehr oder weniger störend in Erscheinung. Die bereits erwähnte höhere Laufgeschwindigkeit des Cinerama-Filmes kommt natürlich auch der Qualität der Tonwiedergabe zugute. Die auf einem perforierten Magnetband aufgezeichneten sieben Spuren werden auf fünf Lautsprecherkombinationen hinter der Bildwand und je eine rechts und links im Raum angebrachte Gruppe gegeben. Jeder Übertragungszug verfügt über einen eigenen Verstärker von 75 W Ausgangsleistung, so daß bei größter Lautstärke eine völlig verzerrungsfreie Wiedergabe eines Frequenzbereiches von 30 bis 15 000 Hz gewährleistet ist. Für die Überwachung und Steuerung der Vorstellung wird beim Cinerama-Theater im Zuschauerraum ein Steuerpult installiert, von dem aus die Gütekriterien der Teilbilder eingestellt werden können. So ist von diesem Pult aus die Bildschärfe jedes Projektors einzustellen, ferner die Lautstärke jedes einzelnen Kanals, und durch fernbedienbare Jalousieblenden zwischen dem Lampenhaus und dem Projektorkopf jedes Bildprojektors kann die Leuchtdichte jedes Bildes variiert und auf Gleichheit eingestellt werden. Das ist vor allem bei Farbkopien – und bei Cinerama wird ausschließlich in Farbe gedreht – wichtig, da hier Leuchtdichteschwankungen gleichzeitig auch Farbverfälschungen bedeuten. Das Steuerpult besitzt auch Schalter für den synchronen Anlauf aller Geräte und ihr Anhalten. Eine kleine Verbesserung des

Dreifilmverfahren stellt das „Cinemiracle-Verfahren“ dar. Um die perspektivischen Verzerrungen bei der Bildaufnahme durch die drei Objektive auszuschließen, werden die beiden seitlichen Szenenteile über Spiegel aufgenommen. Aus Abbildung 21 ist ersichtlich, daß sich die optischen Achsen aller drei Kameras scheinbar in einem Punkt – in der Ebene des mittleren

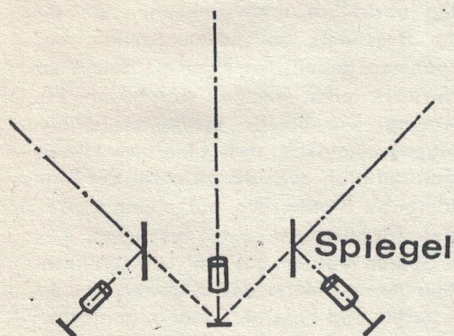


Abb. 21
Prinzip der Objektivordnung beim „Cinemiracle“

Films – treffen, da nach dem Reflexionsgesetz am ebenen Spiegel der Gegenstand so weit hinter dem Spiegel erscheint, wie er vor ihm entfernt liegt.

Dadurch werden alle drei Teilbilder „aus einem Punkt gesehen“. Bei der Wiedergabe erfolgt dann die Projektion der seitlichen Bilder ebenfalls über oberflächenbelegte Planspiegel. Dadurch können alle drei Projektoren gemeinsam in einem Raum untergebracht werden, was die Anlage ökonomisch natürlich wesentlich vereinfacht. Durch genaueste Justierung dieser Spiegel werden die Bildkanten so gelegt, daß die Teilbilder einander anschließen, ohne sich zu überlappen. Eine Verwischungseinrichtung in Form der hoch- und runtergehenden Stahlkämme im Bildfenster kann also entfallen. Trotzdem sind auch bei diesem Verfahren die Trenn-

stellen immer sichtbar. Ebenfalls auf der Patenten des Franzosen A. Gance begründet ist das sowjetische Dreifilmverfahren „Kinopanorama“. Änderungen gegenüber dem „Cinerama“ liegen lediglich in einer Vervollkommenung einzelner Details. So stehen beim Kinopanorama in jedem der 3 Vorführräume je 2 Projektoren vom Typ „KWC“ – im mittleren BWR außerdem für Wochenschau und Beiprogramm noch ein Normalfilmprojektor mit 4-Lochbild-Transport, so daß pausenlos vorgeführt werden kann. Verbessert ist auch die Helligkeitssteuerung der drei Bogenlampen. Die drei elektronisch stabilisierten Selen-gleichrichter für die Bogenlampen halten sich selbst auf gleichen Werten, und die vollautomatischen, von Fotodioden gesteuerten Kohlenachschubeinrichtungen sind außerdem noch vom Steuerpult korrigierbar. Der Ton wird über neun Kanäle abgestrahlt. Zu der vom Cinerama bekannten Anordnung kommt noch Kanal 8 in der Rückwand und Kanal 9 in der Decke des Zuschauerraumes. Wichtig für alle drei genannten Dreistreifenverfahren sind Projektoren höchster Präzision. Selbst geringste Bildstandsfehler, die bei einer Normalprojektion überhaupt nicht auffallen würden, wirken durch das Tanzen der Bilder gegeneinander bereits störend. Alle drei Objektive müssen genau die gleiche Brennweite haben. Muß einer der drei Filme eine neue Klebestelle erhalten, so müssen nicht nur die anderen beiden, sondern auch das Perforband um gleiche Beträge gekürzt werden. Um das Auffinden der betreffenden Stelle auf allen vier Streifen zu erleichtern, tragen die einzelnen Bänder übereinstimmende, fortlaufende Zahlen auf der Perforationsleiste einkopiert. Bezogen auf den äußerst hohen technischen Aufwand dieser Filmverfahren ist die Zahl der Sitzplätze im Zuschauerraum, von denen aus die volle Wirksamkeit des Bildeindrucks erzielt wird, relativ gering. Geht man von der Voraussetzung aus, daß der größte vertretbare Sichtwinkel in der Hori-

zontalen, also von der ersten Reihe 180° und der Blickwinkel von der letzten Reihe immer noch 90° sein soll, daß weiter der geringste Abstand von der Bildwand – unser Wert $e_{\min} = 7$ m nicht unterschreiten darf (siehe Lehrbrief 10), dann ergeben sich folgende Maße für eine ausnutzbare Zuschauerraumfläche bei kleinster vertretbarer Cinerama-Bildwand: Die erste Reihe müßte auf der Verbindungslinie beider Bildwandseitenkanten liegen (Sichtwinkel 180°), aus $e_{\min} = 7$ m und dem bekannten Zentriwinkel der gekrümmten Wand ($= 146^\circ$) kann man sich den Abstand beider Bildseitenkanten zu ungefähr 19 m errechnen. Das ergibt eine Bildbreite über den Bogen gemessen von rd. 25 m. Von der ersten bis zu der Reihe, von der aus das Bild noch unter 90° gesehen werden soll, ist ein Abstand von 7 m, das entspricht bei einem Reihenabstand von $r = 0,9$ einem Platz für höchstens 9 Reihen. Diese Überschlagsrechnung wurde nun für die kleinste noch zulässige Cinerama-Bildwand, die immerhin 25 m mißt, vorgenommen. Sie zeigt deutlich, daß bei strengster Einhaltung der optimalsten Bedingungen ein derartiges Theater nie rentabel werden könnte. Deshalb erweitert

man auch den Platzraum nach hinten beträchtlich, obwohl dann von den hintersten Reihen das Bild unter einem relativ kleinen Winkel gesehen wird und dadurch an Wirksamkeit auf den Besucher rapide abnimmt. Die besten Plätze im Cinerama-Theater liegen in der Mittelachse des Saales im ersten Viertel der Zuschauerraumfläche. Man darf das Dreistreifenverfahren nicht als Ersatz oder Ablösung des Normalfilmbereichs sehen. Es ist eine völlig andere Form einer Filmdarbietung und kann deshalb gut neben der normalen Filmdarbietung bestehen. Es ist in Filmgenre und Aufmachung Podium für filmische Attraktionen und wird auch in Zukunft höchstens in einem Exemplar in den größten Städten eines Landes Bestand haben können.

6.2 Das Circarama und seine Varianten

Auf der Brüsseler Weltausstellung 1958 wurde von Walt Disney, dem Schöpfer der „Micky-Maus“, in Zusammenarbeit mit der „Ford Motor CO“ eine Filmdarbietung aufgezogen, bei der 11 Projektoren gleichzeitig auf ebensoviele, kreisförmig

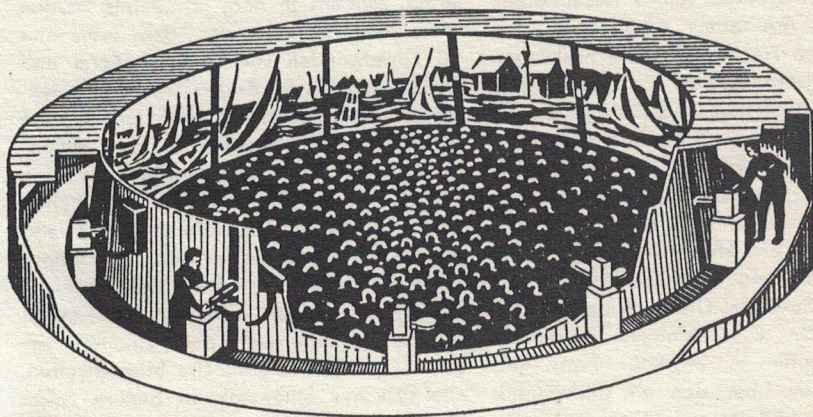


Abb. 22
Schematische Darstellung des „Circarama“-Verfahrens

angeordnete Bildwände ein Vollkreispanorama projizierten. Das Prinzip dieses Verfahrens ist aus Abbildung 22 ersichtlich.

Bei der Aufnahme werden 11 Kameras, meist benutzt man 16-mm-Geräte, so auf der Grundplatte eines Kamerakranes montiert, daß ihre Bildwinkel seitlich einander begrenzen. Der gesamte Aufnahmestab, vom Regisseur bis zum letzten Helfer, muß entweder mit agieren, oder unmittelbar unter den Kameras plaziert werden, da er sonst ebenfalls mit auf einen der elf gleichzeitig laufenden Filme drauf käme. Bei der Wiedergabe sind die einzelnen Bildwände durch etwa 15 cm breite schwarze Streifen voneinander getrennt. Inmitten dieser Streifen befindet sich jeweils die Projektionsöffnung für die gegenüberliegende Bildwand. Damit jede Öffnung auch immer genau einer Wand gegenüberliegt, wurde eine ungleiche Anzahl - 11, manchmal auch 9 - gewählt. Die Zuschauer stehen in der Mitte des Raumes und haben vor, neben und hinter sich ein Filmbild. Dieser Anordnung muß wiederum die Thematik der derart aufgenommenen Filme gerecht werden. Auch hier dominieren Naturaufnahmen, Sportszenen und Demonstrationen, aber auch Unterwasserszenen wirken im Circarama gut, da man den Eindruck eines riesenhaften, kreisrunden Aquariums erhält, bei dem die schwarzen Trennstreifen die Fassungen und die Bildwände selbst die Glasscheiben der Becken darstellen. Technisch gelten die gleichen Bedingungen wie beim Cinerama, nur daß statt 4 jetzt 12 (11 Bildprojektoren und der Bandspieler) Maschinen untereinander synchronisiert werden müssen. Das Filmbild hat die Abmessungen des Normalformats und auch die Bildfrequenz von 24 pro Sekunde. Die nach den Plänen von Prof. Dr. E. Goldowsky errichteten Ringsum-Theater in Moskau, Prag und London haben über den elf Bildwänden des Seitenverhältnisses 1:1,37 noch einmal elf in die Kuppel strebende Bild-

wände. Auf dieser zusätzliche Fläche kann, je nachdem, wie es die vorgeführte Szene verlangt, von elf weiteren Projektoren ein vorüberfliegendes Flugzeug, ein Raketenstart oder auch eine Gewitterstimmung projiziert werden. Bei diesem „Kupolorama“ – in London „Circolorama“ – genannten Verfahren müssen also 22 Bildprojektoren gleichzeitig arbeiten. Über Wert oder Unwert einer solchen Anlage soll hier nichts gesagt werden. Auf alle Fälle trifft der letzte Absatz des vorigen Kapitels auf diese beiden Verfahren in noch stärkerem Maße zu als für die Dreifilmverfahren.

6.3 Das tschechoslowakische Verfahren „Laterna magica“

Auch dieses Verfahren wurde 1958 auf der Weltausstellung in Brüssel zum ersten Mal öffentlich vorgeführt. Es benutzt für die Projektion drei durch elektrische Wellen miteinander verbundene Projektoren, die aber nicht auf eine gekrümmte Bildwand und auch nicht immer alle drei gleichzeitig projizieren. Die erste Besonderheit der „Laterna magica“ besteht in der laufenden Größenveränderung der Projektionsfläche. Es gibt keine fest installierte Bildwand, sondern je nach Erfordernis werden eine oder mehrere von den insgesamt 10 Einzelwänden verschiedener Form und Größe genutzt. So ändert sich die Projektionsfläche während der Vorstellung in eine Normal-, eine Cinewand, in zwei nebeneinander liegende Normalwände, in eine von seitlichen, sehr schmalen und hohen Projektionsflächen umrahmte Breitwand usw. Der Zuschauer erblickt in stetiger Variierung abwechselnd ein oder mehrere Bilder, die zwar verschiedenen Inhalt haben, dramaturgisch aber einander ergänzen und bedingen. Die Möglichkeiten, die sich aus einer solchen bunten Folge von Spiel-, Dokumentar-, Trickfilm und statischer Projektion ergeben, sind äußerst

vielfältig. Die zweite Besonderheit dieses Verfahrens besteht darin, daß außer der Filmhandlung auch noch lebende Darsteller auf der vor den Bildwänden liegenden Bühne zu sehen sind. Diese Schauspieler fügen sich in die Filmhandlung ein, sie stellen Wechselbeziehungen zu den projizierten Bildern her, zumal sie sehr häufig selbst im Film erscheinen. Dazu einige Beispiele: Auf der Bühne taucht ein Pianist auf, der auf einem Flügel einige Rhythmen intoniert. Zugleich erscheint derselbe Darsteller auf der Bildwand an einem Schlagzeug, sich quasi selbst begleitend. Diese Verdoppelung setzt sich fort, so daß am Ende eine Person vervierfacht an verschiedenen Instrumenten in Projektion und außerdem noch in natura auf der Bühne zu sehen ist. Und diese „fünf“ formieren sich zu einem Orchester, wobei der lebende Musiker und seine Filmversionen in origineller Weise miteinander harmonieren. Oder ein anderes Beispiel: In eine Berglandschaft, die in Cinemascope auf der mittleren Bildwand zu sehen ist, wird eine Tänzerin projiziert, die über die Bergwiesen dahintanzte. Auf der Bühne erscheint gleichzeitig ein Tänzer, der sich mit Hilfe eines mit Leinwand bespannten Reifens von etwa einem Meter Durchmesser bemüht, die projizierte Tänzerin auf seiner „Bildwand“ einzufangen. Nachdem ihm dies geglückt ist, erlischt die Hintergrundprojektion, und der Schauspieler tanzt mit seinem bespannten Reifen über die Bühne, ohne dabei die projizierte, ebenfalls sich drehende Tänzerin zu verlieren. Diese phantasievollen Ideen erfordern natürlich einen mathematisch genauestens vorausberechneten Plan für jede Einstellung, die dazugehörige akustische

Untermalung und die Bewegungen der Akteure auf der Bühne. Aber gerade diese innige Verbindung von Realdarbietung und Film ergibt Effekte, die durch eine bloße Filmdarbietung nicht zu erreichen sind. Keine der beiden Komponenten, weder Film noch Theater, wird von der anderen nur illustriert oder ergänzt, vielmehr sind beide gleichwertige Partner. Es geht auch nicht um die Quantität der Anwendung dieser Elemente, sondern allein entscheidend sind die künstlerischen Berührungspunkte zwischen ihnen. Bei der „Laterna magica“ werden an die Qualität des projizierten Bildes und des Tones besonders hohe Anforderungen gestellt. Der Zuschauer ist in der Lage, die „lebendige“ Äußerung des Darstellers auf der Bühne immer wieder unmittelbar mit seinem projizierten Abbild zu vergleichen und empfindet deshalb Qualitätsmängel, die im normalen Kino überhaupt nicht auffallen, bereits als sehr störend. Die drei parallel nebeneinanderstehenden Projektoren laufen synchron alle immer mit. Wird nur auf der mittleren Bildwand ein Bild geboten, dann laufen die äußeren Projektoren blind mit, um beim Ausblenden sofort wieder synchron zu sein. Die gesamte Vorstellung wird auch hier von einem im Saal befindlichen Steuerpult gesteuert. Trotz einiger technisch-ästhetischer Klippen, die noch zu überwinden sind, wie die Beachtung der Größenverhältnisse der Bühnendarsteller zu ihren Filmbildern, die Unmöglichkeit, Kurzpausen bei Szenenapplaus einzufügen usw., stellt dieses Verfahren eine echte Bereicherung der Ausdrucksmöglichkeiten einer Filmdarbietung dar und hebt sich wohl gekonnt von vielen anderen modernen Verfahren ab.