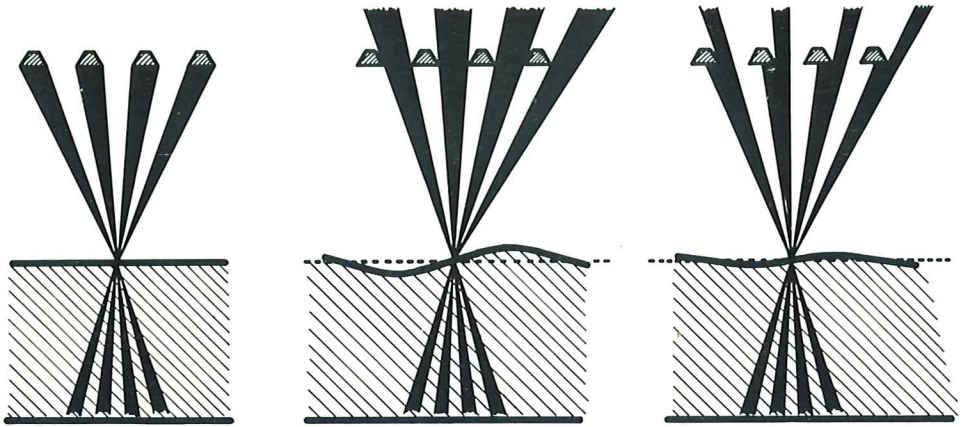


ERNST BAUMANN



DER EIDOPHOR

EINE SCHWEIZERISCHE ENTWICKLUNG
DER FERNSEH-GROSSPROJEKTION

Auf dem Umschlag:

Prinzip der Helligkeitssteuerung in der Schlierenoptik. Die schwarzen, fächerartigen Büschel sollen die Lichtstrahlen andeuten, die durch einen Punkt der Eidophor-Oberfläche hindurchtreten. Wenn diese eben ist, fällt alles Licht auf die Auffangbarren (Bild links). – Wird die Eidophor-Oberfläche deformiert, so werden die Lichtstrahlen abgelenkt, und sie können durch die Lücken des Barrensystemes hindurchtreten. In der mittleren Abbildung gelangt alles Licht auf die Leinwand. – Wird der Neigungswinkel der Deformation kleiner gemacht, so fällt nur ein Teil des Lichtes in die Barrenlücken; der zugehörige Bildpunkt erscheint dann weniger hell (Bild rechts). (Nach dem Original.)

NEUJAHRSBLATT

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft
in Zürich

auf das Jahr 1961

163. Stück

1961

Kommissionsverlag Gebr. Fretz AG, Zürich

Veröffentlichung
der
Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
im Anschluss an Jahrgang 105 der
Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

Redaktion: P.D. Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich

Ausgegeben am 31. Dezember 1960

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet

Der Eidophor

eine schweizerische Entwicklung der Fernseh-Grossprojektion

Von

ERNST BAUMANN

Institut für Technische Physik der ETH
und Abteilung für industrielle Forschung

Mit einem Titelbild, einem Porträt und
27 Abbildungen im Text

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Fernsehtechnik	7
Die Idee der Fernseh-Grossprojektion	12
Vorläufer zum Eidophor-Verfahren	12
Schmidt-Projektor	12
Zwischenfilmverfahren	13
Glühlampenwand	13
Skyatron	14
Scophony-Verfahren	14
Das Eidophor-Verfahren	16
Grundideen	16
Erster Versuch zur Verwirklichung	16
Zweiter Prototyp	20
Funktion des optischen Systems	20
Entstehung des Eidophor-Reliefs	25
Steuerung des Elektronenstrahles	26
Die Eidophor-Flüssigkeit	27
Die Elektronenkanone	28
Versuchsergebnisse	33
Optisches System	33
Eidophor	35
Dritter Prototyp	35
Funktionsprinzip	36
Bau und Erfahrungen	37
Zusammenarbeit mit der Industrie	37
Einführung der farbigen Bildwiedergabe	39
Das Sequenzverfahren	39
Das Simultanverfahren	40
Der Kleinprojektor	41
Eigenschaften des Kleinprojektors	42
Schlusswort	49
Literaturzusammenstellung	50



F. H. H. H.

Prof. Dr. FRITZ FISCHER

geboren am 9. Februar 1898

Vom 1. Oktober 1933 bis zu seinem Tode im Dezember 1947
Ordinarius für technische Physik
und Vorstand und Leiter des Institutes für technische Physik
und der Abteilung für industrielle Forschung

Einleitung

Im Jahre 1938 wurden am Institut für technische Physik und der Abteilung für industrielle Forschung im Zusammenhang mit dem Fernsehprogramm der Landesausstellung Arbeiten auf dem Fernsehgebiet aufgenommen.

Im Bestreben, auf dem Gebiete des Fernsehens wirkliche Pionierarbeit zu leisten und damit einer zukünftigen schweizerischen Fernsehindustrie eine gute Position innerhalb der bereits stark entwickelten ausländischen Fernsehindustrie zu verschaffen, wurde nach dem erfolgreichen vorläufigen Abschluss der Arbeiten am Filmabtaster das schwierige und noch ungelöste Problem der Fernseh-Grossprojektion aufgegriffen.

Vorerst wurden Hauptpatente auf einen von Prof. FISCHER gemachten Lösungsvorschlag genommen (Herbst 1939).

Die oben stehenden Zeilen sind ein Auszug aus den Jahresberichten 1938 und 1939 der Abteilung für industrielle Forschung.

Mit diesem Vorschlag für eine grössere Entwicklung versuchte Prof. FISCHER der damals noch jungen Abteilung für industrielle Forschung ein Arbeitsprogramm zu geben, das die weitgespannten Ziele der Zweckbestimmung dieser Einrichtung treffen sollte. Er selber war in der Handhabung von solchen Dingen erfahren, da er lange Jahre in der Industrie tätig war. Die Arbeiten in der Tonfilmtechnik aus jener Zeit mögen ihn zu dem Problem der Fernseh-Grossprojektion besonders stark angeregt haben.

Die nachfolgenden Aufzeichnungen beschreiben den Entwicklungsweg der darauf folgenden zwanzig Jahre. Prof. FISCHER konnte die angefangenen Arbeiten nicht zu Ende führen, im Jahre 1947 starb er unerwartet inmitten seiner reichen Arbeit.

Es war dem Verfasser vergönnt, als Nachfolger die Leitung der Abteilung für industrielle Forschung zu übernehmen und zusammen mit dem Mitarbeiter-team von Prof. FISCHER die Aufgaben weiter zu verfolgen.

Fernsehtechnik

Das elektrische Nachrichtenwesen hat als Teil des technischen Fortschritts der letzten fünfzig Jahre zweifellos wesentlichen Einfluss auf unser tägliches Leben. Ein Gedanke an Telegraph, Telephon, Fernschreiber und neuerdings an das Fernsehen zeigt sofort, was diese Technik bedeutet. Mit diesem Hinweis soll kein Werturteil verbunden werden; das würde Gebiete berühren, die nicht im Rahmen dieser Schrift liegen.

Die Sinnesorgane vermitteln uns den Kontakt mit der Umwelt. Sie unterrichten uns über die physikalischen Vorgänge, die sich in unserem engeren Lebensraum abspielen. Ein Ziel der Nachrichtentechnik ist, die Reichweite und vielleicht auch die Empfindlichkeit unserer Sinnesorgane zu vergrössern, damit wir den von uns kontrollierten Raum um das gleiche Mass erweitern können. Ohne Zweifel ist der Wunsch nach dem Besitz solcher Einrichtungen ganz ele-

mentar und ihr wirtschaftlicher Wert auch entsprechend hoch. Daraus leiten sich, zum Teil wenigstens, die starken Triebkräfte ab, die hinter der Entwicklung der Nachrichtentechnik gestanden haben und immer noch stehen.

Die Verwirklichung dieses Zieles geschieht schrittweise. Der jeweilige Stand der technischen Mittel bestimmt das Realisierbare. Es ist auch dem Laien verständlich, dass der Telegraph ein technisch einfacheres Problem darstellt als das Telephon oder gar das Fernsehen.

Das Studium der Funktion unserer Sinnesorgane und das Studium der Art der Verwertung der übermittelten Nachrichten durch unsern Geist und Körper gehört in die Gebiete der Physiologie und der Psychologie. Der Nachrichtentechniker beschäftigt sich damit nur insofern, als er aus den gewonnenen Erkenntnissen die exakten Anforderungen gewinnen kann, die als Grundlage für seine völlig anders geartete Aufgabe dienen. In neuerer Zeit spielt die sogenannte Informationstheorie auf diesen Gebieten eine wichtige Rolle. Sie hat für die Menge der Nachricht, die innerhalb einer gegebenen Zeit übertragen wird, Zahlenmasse eingeführt und sie gestattet die mathematische Behandlung von vielen einschlägigen Problemen. Die oben aufgezählte Reihenfolge vom Telegraphen zur Fernsehtechnik stimmt nun überein mit einer Rangordnung der Nachrichtenübermittlungssysteme nach der Menge Information, die übertragen werden muss.

Der Telegraph übermittelt Schriftzeichen, also Symbole, die in sich konzentrierte und «gereinigte» Träger brauchbarer Information bedeuten. Er arbeitet deshalb mit besonders gutem Wirkungsgrad. Für die Übertragung von Sprache und von Bildern liegen die Verhältnisse komplizierter.

Die Telephonie beschäftigt sich mit der Übertragung der Sprache. Technisch handelt es sich um akustische Vorgänge. Das Gehör gestattet uns, Schallquellen in unserer unmittelbaren Umgebung wahrzunehmen und als Informationsträger auszuwerten. Die räumliche Lokalisierung dieser Quellen steht unserem Interessenkreis für das Verwerten der Information wohl deutlich an zweiter Stelle. Die Richtschärfe unseres Gehörs ist nicht sehr ausgeprägt. Das vereinfacht die Übertragung der akustischen Information verglichen mit dem Fernsehen stark. Im Prinzip genügt die Übertragung einer einfachen Zeitfunktion, nämlich des Schalldruckes, der am Ort des Aufnahmемikrophones herrscht. Das passt schematisch sehr gut in die sich natürlich bietenden Möglichkeiten eines elektrischen Übertragungssystems: Das Mikrophon wandelt die Schalldruckschwankungen in elektrische Spannungsschwankungen um, die in einfachster Weise übertragen werden können. Auch die Empfangsseite ist einfach; die Rückverwandlung von Spannungsschwankungen in Luftdruckschwankungen, das heisst in akustische Vorgänge, lässt sich leicht realisieren. Feinere Übertragungssysteme geben der Aufnahme- und der Wiedergabeeinrichtung Richtwirkung: Die stereophonische Übertragung, die zwei getrennte Kanäle benutzt, soll das «räumliche» Hören, das uns eigen ist, berücksichtigen. Man ist aber bis jetzt noch nicht über eine ganz grobe Annäherung hinausgekommen.

Wenden wir uns dem Fernsehen zu. Was ist Fernsehen? Diese Frage können wir etwa wie folgt beantworten. Die Aufnahmekamera soll von der zu über-

tragenden Szene diejenige Information aufnehmen, die unser Auge selbst aufnehmen würde, und sie soll diese Information dem elektrischen Übertragungssystem vermitteln. Auf der Empfangsseite soll der Bildempfänger ein Bild erzeugen, das wiederum genau diejenige Information enthält, die unsere Augen von der Originalszene selber aufnehmen würden. Eine genauere Analyse dieser Forderungen zeigt, dass sie eine auch heute noch nicht erfüllbare Aufgabe bedeuten, wenn wir die Übertragung vollkommen machen wollen. Wir müssen uns mit Annäherungen begnügen.

Unser Gesichtssinn erregt Ehrfurcht und Bewunderung, wenn wir versuchen, mit technischen Mitteln das gleiche zu leisten. Das Sehen vermittelt uns die Welt des Lichtes. Wir können Lichtquellen räumlich lokalisieren: Wir können Intensitäten und Farben unterscheiden. Ob diese Lichtquellen Eigenstrahler sind oder ob sie reflektiertes Licht vermitteln, ist gleichgültig. Ganz im Gegensatz zu den akustischen Vorgängen spielt die räumliche Lokalisierung der optischen Quellen eine dominierende Rolle. Der Richtsinn unserer Augen ist sehr scharf. Noch mehr: das stereoskopische Sehen gestattet uns nicht nur über die Richtung, in der sich eine Quelle von unserem Standort aus befindet, etwas auszusagen, sondern auch über deren Abstand. Wir sind befähigt, die optische Welt räumlich zu überblicken. Das Auflösungsvermögen unseres Gesichtssinnes ist gross. Dazu kommt die rasche Reaktionsfähigkeit in bezug auf das Erkennen der zeitlichen Abläufe der Ereignisse. Das alles hat zur Konsequenz, dass die Menge der Information, die im Fernsehen übertragen werden muss, sich um viele Grössenordnungen unterscheidet von derjenigen, die etwa für die Telegraphie nötig ist. Das erklärt auch, warum die Fernsehtechnik erst viel später verwirklicht werden konnte. Es war dazu nötig, die reine elektrische Übertragungstechnik so weit zu entwickeln, dass sie genügte, um die erwähnte Informationsmenge handhaben zu können. Aber auch heute noch ist die erreichte Qualität, wie schon erwähnt, noch weit weg von der Vollkommenheit, obschon die in vernünftiger Weise, mit tragbarem Aufwand zumutbare Ausschöpfung der elektrischen Mittel dahintersteht.

Diese Tatsachen scheinen andererseits im Widerspruch mit der modernen Ansicht zu sein, dass unsere Aufnahmefähigkeit für Informationen irgendwelcher Art nicht unbegrenzt ist und wahrscheinlich für das Ohr und das Auge von gleicher Grössenordnung sind. Die Gründe für diesen scheinbaren Widerspruch liegen in folgendem: Wenn wir unsern Gesichtssinn etwas genauer untersuchen, stellen wir fest, dass wir nur in einem kleinen Raumwinkel wirklich scharf sehen. Ausserhalb dieses Gebietes sind die von uns aufgenommenen optischen Bilder diffus, verschwommen. Physiologisch entspricht das Gebiet des «scharfen» Sehens dem gelben Fleck auf der Netzhaut, der ja bekanntlich nur einen Raumwinkel von ganz wenigen Graden überdeckt. Unsere Augen sind aber sehr leicht beweglich, und wir tasten ganz unbewusst und ununterbrochen den Raum ab und verweilen nach eigenem, ganz persönlichem Programm an den Stellen, die unser Interesse fesseln. Es ist nun unmöglich, eine Fernsehaufnahme so zu gestalten, dass der Betrachter des übertragenen Bildes die Kamera, die ja sein Auge ersetzt, nach gleicher Willkür im Raume spazieren führen kann, wie er

das mit seinen eigenen Augen tut. Es ist deshalb notwendig, bei der Bildübertragung dem Betrachter dauernd eine «Auswahl» zur Verfügung zu stellen, in der Weise, dass er nach seinen eigenen Wünschen die ihm interessant scheinenden Teile des optischen Bildes aufnehmen kann. Diese Mehrübertragung an Information bedeutet technisch natürlich eine schwere Belastung, da die Systeme entsprechend leistungsfähiger sein müssen. Zurzeit ist aber keine brauchbare Lösung in Aussicht, die eine Verbesserung bringen könnte.

Das heutige Fernsehen lehnt sich in seinen Leistungen weitgehend denjenigen des Kinos an. Wir verzichten auf die stereoskopische Wiedergabe und wir verzichten, vorläufig wenigstens, auch auf die Wiedergabe von Farbe. Die gebotenen Bilder sind eben und von beschränkter Grösse. Das Auflösungsvermögen der Fernsehbilder ist ungefähr so, dass wir aus einer Betrachtungsdistanz, die wenigstens das Sechs- bis Zehnfache der Bildhöhe beträgt, ein befriedigend scharfes Bild sehen, was heissen soll, dass wir nicht den Wunsch haben, Bildeinzelheiten schärfer sehen zu wollen. Sobald wir aber den Betrachtungsabstand verringern, wird die begrenzte Informationsmenge, die übertragen wird, sichtbar, und das Bild scheint uns ungenügend, mangelhaft. Nach den bei uns üblichen Normen lösen wir die Bildhöhe in 625 Zeilen auf und sorgen dafür, dass auch in der Bildbreite ungefähr eine vergleichbare Zahl von Bildelementen vorhanden ist. Das entspricht ganz grob der Bildqualität des einfachen Buchdruckes, bei einer Betrachtungsdistanz von 30 cm. Diese Übereinstimmung ist gewiss nicht ganz zufällig, denn auch der Drucker wird die Feinheit der gebotenen Bilder den gleichen Erfordernissen anpassen. Er hat aber den Vorteil, dass seine Bilder ohne Hilfsmittel nicht aus kürzerer Entfernung als 30 cm betrachtet werden können.

Leider fügt sich im Aufgabenkreis, der sich bei der praktischen Realisierung der elektrischen Übertragung bewegter Bilder stellt, der Zusammenschluss zwischen der optischen und der elektrischen Seite nicht mehr so harmonisch und selbstverständlich, wie dies bei der Tontechnik für die akustische und die elektrische Seite der Fall ist. Das zu übertragende Bild ist geometrisch gesehen zweidimensional. Wir haben eine Bildhöhe und eine Bildbreite. Innerhalb des Bildformates müssen wir für jeden Bildpunkt die für die Übertragung nötige Information herauslesen. Auf der Empfangsseite muss das übertragene Signal wieder zum Bild zusammengesetzt werden. Der Betrachter sieht alle Bildpunkte gleichzeitig. Im idealen Fall sollten wir also die erwähnte Bildpunktinformation für das ganze Bild gleichzeitig übertragen. Ein Vorbild für diese Lösung haben wir in der Netzhaut unserer Augen, bei der von jeder Sehzelle eine Nervenverbindung zum Gehirn vorhanden ist. Da wir für eine brauchbare Bildübertragung aber von der Grössenordnung 500 000 Bildpunkte übertragen müssen, würde das heissen, dass wir vom Sendezum Empfangsort dauernd 500 000 Übertragungskanäle zur Verfügung haben müssten. Auf diese Weise scheint aber die Aufgabe nicht lösbar.

Die Fernsehtechnik benutzt, zur Vereinfachung des Übertragungsschemas, die Trägheit unseres Gesichtssinnes. Die einzelnen Bildpunkte werden nicht mehr gleichzeitig übertragen, sondern zeitlich nacheinander. Da ein dem

Auge dargebotener Lichteindruck wenigstens Bruchteile einer Sekunde nachwirkt, merkt der Betrachter eines Fernsehbildes nicht, wenn die einzelnen Bildpunkte zeitlich nacheinander aufleuchten. Er hat im Gegenteil den Eindruck, sie werden simultan übertragen. Die Anforderungen für die Übertragung bewegter Szenen und die Trägheitseigenschaften des Auges ergeben, dass es für praktische Zwecke genügt, wenn die Übertragung eines einzelnen vollen Bildes innerhalb einer fünfundzwanzigstel Sekunde abgewickelt wird. Diese Bildsequenz stimmt mit der in der Kinotechnik normierten fast überein. Allerdings wird ein Beobachter, der ein solches Bild sieht, noch Flimmererscheinungen bemerken. Im Kino hilft man sich dadurch, dass eine Blende die Bildzeit von einer fünfundzwanzigstel Sekunde halbiert. Das wirkt sich so aus, als ob alle fünfzigstel Sekunden ein Bild übertragen würde. Dass zweimal das gleiche Bild geboten wird, schadet nichts, da unser Auflösungsvermögen für Bewegungen in der Bildszene darauf noch nicht anspricht.

In der Fernsehtechnik erweist es sich als praktischer, die Aufspaltung des Bildes wie folgt zu bewerkstelligen: In einer ersten Phase werden alle ungeraden Bildzeilen, 1, 3, 5 usw., übertragen und in der anschliessenden Phase die geraden, 2, 4, 6 usw. Das Auge hat so ebenfalls den Eindruck, es werde alle fünfzigstel Sekunden ein Bild geboten. Die beiden Halbbilder werden jedoch wegen der zeitlichen Trägheit des Sehvorganges miteinander verschmolzen, so dass der volle Bildinhalt dem Betrachter zugänglich wird.

In der Anfangszeit der Fernsehtechnik hat man mit viel bescheideneren Zeilenzahlen operiert. Die damals zur Verfügung stehenden Bandbreiten in den elektrischen Übertragungssystemen waren noch klein. Die heutige Bildnorm von 625 Zeilen verlangt für das elektrische Übertragungssystem ganz roh eine Bandbreite von 5 000 000 Hz. Wenn wir bedenken, dass mit einer Bandbreite von 100 Hz bequem ein Telegraphiekanal gebaut werden kann, so sehen wir, welche breite «Informationsstrasse» nötig ist: nicht weniger als 50 000 Telegraphiekanäle.

Es war nicht nur die Schwierigkeit der rein elektrischen Übertragung, die in der Frühgeschichte des Fernsehens Schranken darstellten. Auch die Aufnahme und die Wiedergabeapparaturen arbeiteten nicht mit der gewünschten Geschwindigkeit. Erst in den dreissiger Jahren gelangen ganz wesentliche Verbesserungen. Man ging von der früher üblichen mechanischen Bildzerlegung ab und stellte ganz auf die Elektronik um. Elektronenstrahlen lassen sich fast trägheitslos steuern und gestatten deshalb verhältnismässig leicht, die nötigen Zerlegungs- und Schreibgeschwindigkeiten zu erreichen.

Uns interessiert vor allen Dingen die Bildwiedergabeseite. Bei der elektronischen Lösung dieses Problems benutzt man die Kathodenstrahlröhre. Ein scharf fokussierter Elektronenstrahl beschreibt auf dem Fluoreszenzschirm, durch eine entsprechende elektrische oder magnetische Steuerung dazu gezwungen, genau das Bildrastrer. Der Strahl bewegt sich also längs der einzelnen Bildzeilen und kehrt nach Beendigung einer Zeile zum Bildrand zurück, um die nächste Zeile zu schreiben. In jedem Moment wird die Intensität des Elektronenstrahles so gesteuert, dass der Fluoreszenzschirm mit der Helligkeit

aufleuchtet, die dem dort befindlichen Bildpunkt entspricht. Das Licht, das für die Erzeugung des empfangenen Bildes nötig ist, stammt also aus der Fluoreszenz des Leuchtschirmes in der Kathodenstrahlröhre.

Von einem anfänglichen Bildformat von wenigen Zentimetern Seitenlänge ist man heute auf Bildschirme von ungefähr einem halben Meter Durchmesser gekommen.

Die Idee der Fernseh-Grossprojektion

Die Verwandtschaft der Kino- und der Fernsehprobleme, die wir schon einige Male erwähnt haben, führte in ganz natürlicher Weise schon sehr früh zu dem Bedürfnis, Fernsehbilder gleich wie Kinobilder auf Bildschirme entsprechender Grösse zu projizieren. Die Lösung dieser Aufgabe ist schwierig; die zur Verfügung stehenden technisch brauchbaren Prinzipien sind nicht zahlreich.

Gegen Ende des Jahres 1939 begann sich der damalige Vorstand des Institutes für technische Physik an der ETH und Leiter der Abteilung für industrielle Forschung am gleichen Institut, Prof. Dr. F. FISCHER, mit diesem Problem zu befassen. Die Entwicklung der Grundlagen der Fernsehtechnik war damals in lebhaftem Fluss. Zu jener Zeit begann sich die volle elektronische Lösung praktisch auszuwirken. Im November 1939 meldete er die ersten Patente auf das Eidophor-Verfahren an.

Vorläufer zum Eidophor-Verfahren

Es hat schon damals nicht an Anstrengungen gefehlt, das Problem der Fernsehgrossprojektion zu lösen. Der damalige Stand der Technik sei kurz skizziert.

Schmidt-Projektor

Ein naheliegender Vorschlag benützte das Bild einer Braunschen Röhre, wie sie im Heimempfänger vorhanden ist. Dieses wird mit Hilfe einer optischen Vorrichtung auf eine Leinwand projiziert. Der vom Fluoreszenzbild ausgehende Lichtstrom ist aber begrenzt, so dass es nicht leicht möglich ist, auf diese Weise genügend helle Bilder zu erzeugen von dem Umfang, wie sie für die heutigen Kinotheater nötig sind. Dieses Verfahren verlangt ein besonders wirksames optisches Projektionssystem. Das aus der Astronomie bekannte Schmidtsche Spiegelobjektiv leistet dafür hervorragende Dienste. Währenddem man mit den klassischen Projektionslinsen nur beschränkte optische Öffnungen realisieren kann, gestattet der Schmidtsche Spiegel relative Öffnungszahlen bis zu $1:0,7$. Dies erlaubt eine entsprechende ökonomische Ausnutzung des begrenzten Lichtstromes des Fluoreszenzbildes. Lange Zeit hoffte man durch eine entsprechende Steigerung der Energie des Elektronenstrahles, der das Fluoreszenzbild erzeugt, eine so grosse Lichtmenge zu erhalten, dass alle Bedürfnisse für die Bildprojektion gedeckt werden können. Prof. FISCHER hat sich mit diesem Problem sehr eingehend befasst. Er kam zu einem negativen Resultat. Nach seinen Schätzun-

gen sollte die obere Grenze bei einem Lichtstrom von ungefähr 500 Lumen liegen. Für die Projektion im Kinotheater sind aber 2000 bis 10 000 Lumen nötig. Dies war der Grund, warum er nach anderen Lösungen suchte. Er hat mit seinen Schätzungen bis heute recht behalten. Der Schmidt-Projektor ist neben dem Eidophor-Projektor das einzige Gerät, das bis zur Gebrauchsreife entwickelt werden konnte. Seine Lichtleistung ist aber beschränkt, die oben erwähnten 500 Lumen werden kaum erreicht. Das Verfahren wird für Bildschirme von wenigen Quadratmetern verwendet. In den optischen Eigenschaften ist es weniger flexibel als das Eidophor-Verfahren. Meistens muss der Projektor mitten im Zuschauerraum aufgestellt werden.

Zwischenfilmverfahren

Bei der Kinoprojektion benützt man für die Beleuchtung des zu projizierenden photographischen Filmbildes eine Bogenlampe mit sehr grosser Helligkeit. Dies gestattet ein entsprechend helles Bild auf der Leinwand zu erzeugen. Eine brauchbare Lösung der Fernsehbild-Projektion wäre gefunden, wenn es gelingen würde, den Lichtstrom einer solchen Projektionsbogenlampe mit fernsehtechnischen Mitteln zu steuern. Auch dafür sind eine Reihe von Vorschlägen gemacht worden. Naheliegend ist folgendes: Man photographiert von einer üblichen Bildwiedergabe-Röhre das Fernsehbild. Die gemachten Aufnahmen werden in einem ultraschnellen Entwicklungsprozess entwickelt und anschliessend in einem ganz gewöhnlichen Filmprojektor projiziert. Dieses sogenannte Zwischenfilmverfahren wurde während längerer Zeit ganz ernsthaft verfolgt. Es gelang, die Entwicklungszeit auf weniger als eine Minute zu reduzieren. Es werden Zahlen von 20 Sekunden genannt. Der Hauptnachteil der zeitlichen Verzögerung des projizierten Bildes scheint damit praktisch überwunden zu sein. Der Hauptgrund, warum dieses Verfahren nie zum Leben gekommen ist, liegt wohl auch an seinem Aufwand. Der Verbrauch an Filmmaterial ist natürlich ungeheuer gross. Das verursacht hohe Betriebskosten. Der Vorteil, dass einmal aufgenommene Sendungen wiederholt wiedergegeben werden können, fällt nicht so stark ins Gewicht. Wichtige Lebenselemente der Fernstechnik sind ja das Unmittelbare und das Einmalige der gezeigten Bilder. Der zwischengeschaltete photographische Prozess wird deshalb immer ein störendes, ein fremdes Element bleiben. In den ersten Nachkriegsjahren wurde an diesem Verfahren noch gearbeitet; heute hört man nichts mehr davon.

Glühlampenwand

Nach einer andern Idee wurde versucht, ein grossformatiges Fernsehbild in der Weise aufzubauen, dass jedem einzelnen Bildpunkt eine Glühlampe zugeordnet wurde. Versuchsmodelle weisen bis zu 10 000 solcher Lampen auf. Mit Hilfe von mechanischen und teilweise auch elektronischen Schaltern wurden den einzelnen Lampen Stromimpulse zugeführt, die dem jeweiligen Helligkeitswert des Bildpunktes entsprachen.

Auch diese Lösung ist nie zur Gebrauchsreife vorgerückt. Abgesehen von dem grossen Aufwand, der gemacht werden musste, war das System auch sehr

empfindlich auf Überlastungen. Es konnte leicht vorkommen, dass eine Grosszahl der Glühlampen infolge falscher Stromsteuerung durchbrannte. Der Ersatz war mühselig und kostspielig. Heute wird dieses System in der Fernsehtechnik nicht mehr angewendet, das gleiche Prinzip dient aber für andere Zwecke, wie leuchtende Wanderschriften für Reklame.

Skyatron

Ein weiterer erwähnenswerter Versuch war das sogenannte Skyatron. Im deutschen Sprachgebrauch auch Blauschriftröhre genannt. Kristalle aus Kochsalz und anderen Substanzen weisen die merkwürdige Eigenschaft auf, sich zu verfärben, wenn sie mit Elektronen beschossen werden. Im Skyatron wurde eine ganz dünne Kristallschicht mit Elektronen bombardiert, in gleicher Weise wie in der Kathodenstrahlröhre der Fluoreszenzschirm. Die Kristallschicht verfärbt sich intensitätsmässig abhängig von der Stärke des auffallenden Elektronenstromes. Diese Verfärbung ist reversibel. Sie verschwindet nach einer gewissen Zeit, die stark temperaturabhängig ist, wieder. Auf diese Weise gelingt es, ein sichtbares Fernsehbild zu erzeugen, das mit einem photographischen Bild grosse Ähnlichkeit hat. Es ist nicht mehr selbstleuchtend; es wird erst sichtbar, wenn es beleuchtet wird. Es lässt sich also in folgedessen gleich wie ein photographisches Bild projizieren. Leider reicht aber der Kontrastumfang, den die Bilder aufweisen, nicht aus, um ein Fernsehbild annehmbarer Qualität zu liefern. Die Schattenpartien können zu wenig dunkel gemacht werden, weil die Kristalle nicht intensiv genug gefärbt werden können. Die Blauschriftröhre hat in letzter Zeit in anderer Form Eingang in die Laboratorien gefunden: Ein Oszillograph, der es gestattet, einmalige Vorgänge während längerer Zeit zu speichern, kann mit Hilfe dieses Effektes konstruiert werden.

Scophony-Verfahren

Es wären noch weitere Versuche aufzuzählen, die nicht zum Ziele geführt haben. Wir wollen aber darauf verzichten und nur noch ein Prinzip erwähnen.

Es ist in der Physik schon lange bekannt, dass man mit Hilfe einer Töpplerschen Schlierenoptik Schallwellen sichtbar machen kann. Berühmt sind die Machschen Bilder, die das erste Mal Schallwellen sichtbar werden liessen, die sich bilden, wenn sich ein Körper in der Luft mit Überschallgeschwindigkeit bewegt. Nach dem gleichen Verfahren kann man auch Schallwellen in Flüssigkeiten sichtbar machen. Da es mit Hilfe der Ultraschalltechnik gelingt, Schallvorgänge sehr rasch zu steuern, kann dieses Prinzip auch für die Erzeugung von Fernsehbildern benutzt werden. Das sogenannte Scophony-Verfahren ist darauf aufgebaut.

In einer ersten Version wird in einer Ultraschallzelle eine stehende Welle erzeugt, deren Intensität proportional zur Helligkeit der Bildpunkte des zu erzeugenden Fernsehbildes ist. Ein schlierenoptisches System lässt eine Lichtmenge auf die Projektionsleinwand gelangen, die ihrerseits proportional zur Intensität der Schallwelle ist. Dieser Lichtstrom wird auf einen Punkt konzen-

triert, der mit Hilfe von rotierenden Spiegeln auf der Leinwand entlang des Fernsehrasters bewegt wird.

Es ist leicht einzusehen, dass dieses System niemals erfolgreich sein kann. Ähnlich wie bei der Kathodenstrahlröhre leuchtet nur ein einzelner Bildpunkt während sehr kurzer Zeit. Die Gesamthelligkeit des Bildes ist deshalb sehr gering.

Ein zweiter, verbesserter Versuch brachte nicht nur einen einzelnen Bildpunkt zur Abbildung, sondern gleich eine ganze Zeile des Fernsehbildes. In einer Ultraschallzelle wird der Bildinhalt der wiederzugebenden Zeile in eine fortlaufende Schallwelle umgeformt. Mit einer Schlierenoptik wird die Welle sichtbar gemacht, als Bildzeile auf die Leinwand projiziert und mit einem Drehspiegel stillgesetzt. Dadurch gewinnt man an Helligkeit zwei bis drei Zehnerpotenzen. Aber das ist noch bei weitem nicht ausreichend.

Das Scophony-Verfahren ist zudem mit dem grossen Nachteil belastet, dass es teilweise noch mechanisch funktioniert.

Interessant ist dieses Verfahren für uns vor allem deshalb, weil hier zum erstenmal eine Helligkeitssteuerung der Bildpunkte erreicht wird, ohne dass im abbildenden System Licht absorbiert werden muss: Die Schallzelle ist für die Lichtstrahlen immer gleichermassen durchlässig. Dieses Lichtsteuerungsprinzip bildet die fundamentale Grundlage für das Eidophor-Verfahren.

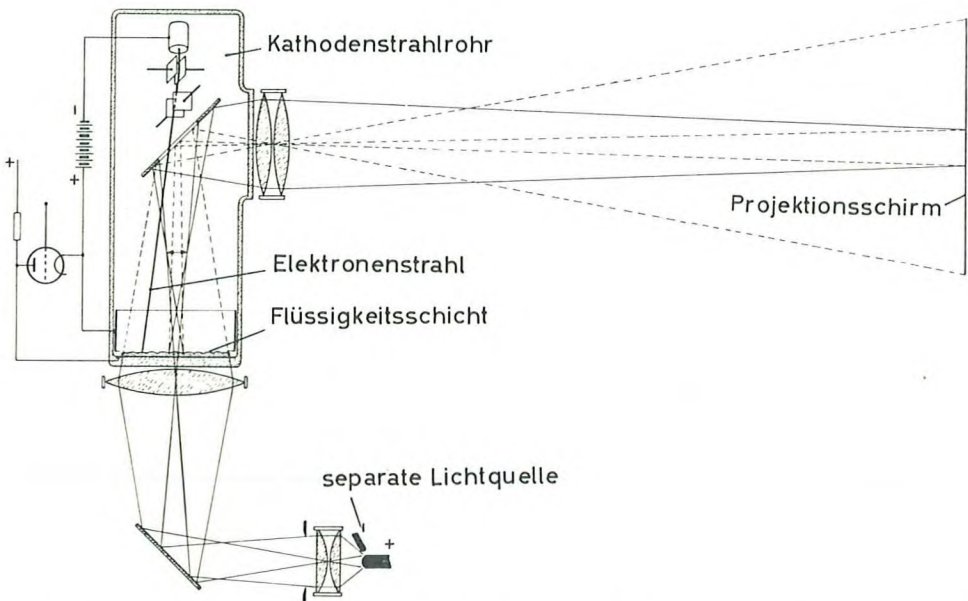


Abb.1 Eine der ersten Entwurfsskizzen für das Eidophor-Verfahren. – Das Vakuumgefäss, das die Elektronenkanone und die Eidophor-Flüssigkeit enthält, sollte aus Glas gefertigt werden. – Blende und Gegenblende der Schlierenoptik haben hier noch kreisförmige Gestalt.

Im übrigen sind alle wesentlichen Bestandteile des Verfahrens vorhanden.

Das Eidophor-Verfahren

Grundideen

Um die Anwendung des eben erwähnten Prinzipes erfolgreich zu gestalten, war es vor allem nötig, die Anlage so aufzubauen, dass das ganze Bild gleichzeitig von der Projektionslampe durchstrahlt werden konnte, damit es möglich wird, den ganzen Lichtstrom der Projektionslampe für die Bilderzeugung dauernd auszunutzen. Die Grundidee, um diese Aufgabe zu lösen, besteht nach Prof. FISCHER in folgendem (vgl. Abb. 1): An Stelle einer Ultraschallzelle wird eine auf einem Glasträger ausgebreitete dünne Ölschicht verwendet. Auf diese Ölschicht werden durch Beschiessen mit Elektronen freie elektrische Ladungen aufgebracht. Diese Ladung übt elektrostatische Kräfte aus, welche die Oberfläche der Ölschicht deformieren. Diese Oberflächendeformationen können in einem schlierenoptischen System sichtbar gemacht werden. Durch eine passende Intensitäts- und Lagesteuerung eines Elektronenstrahles kann jede gewünschte Art von Oberflächenverformung erzeugt werden. Damit gelingt es auch, die für die Projektion eines Fernsehbildes taugliche Form des Reliefs zu erhalten. Die Ölschicht wurde vom Erfinder Eidophor (Bildträger) genannt. Dieser Name wird heute für die Bezeichnung des gesamten Projektionsverfahrens verwendet.

Das Eidophor-Verfahren gestattet also, die Intensität des Lichtstromes einer Projektionslampe punktweise mit elektronischen Mitteln zu steuern. Die Ausnutzung des Lichtes der Lampe kann dabei grundsätzlich gleich gut gemacht werden wie bei einer gewöhnlichen Kinoprojektion. Das Eidophor-Relief übernimmt die Rolle des Filmes. Es wird im Takte mit dem Fernsehsignal laufend erneuert. Die an einem Punkt eingeprägte Deformation verschwindet mit einer einstellbaren Trägheit, da die Eidophor-Flüssigkeit leitend gemacht wird und die elektrischen Ladungen abfliessen können.

Das System hat also Speichereigenschaften. Die Bildpunkte leuchten nicht nur während der sehr kurzen Zeit auf, die der Kathodenstrahl zur Verfügung hat, um die zugehörige Ladung aufzubringen, sondern so lange, wie die Deformation der Eidophor-Oberfläche dauert. Die Leuchtzeit wird der Bildsequenz möglichst gut angepasst, sie dauert also etwa eine fünfundzwanzigstel Sekunde. In dieser Bildspeicherung liegt die fundamentale Überlegenheit, die das Eidophor-Verfahren gegenüber vielen andern Vorschlägen hat, begründet.

Damit ist theoretisch wenigstens der Weg offen, ein Gross-Fernsehbild zu erzeugen, das sich in der Helligkeit mit jedem Kinobild messen kann.

Erster Versuch zur Verwirklichung

Von der auf dem Papier stehenden Grundidee ist ein weiter Weg bis zum betriebstüchtigen Apparat. Ein grosses Stück dieser Entwicklung wurde am Institut für technische Physik der Eidgenössischen Technischen Hochschule durchgeführt. Die Geldmittel, die normalerweise den Hochschulinstituten zur

Verfügung stehen, konnten unmöglich ausreichen, um ein derartig kompliziertes und schwieriges Forschungs- und Entwicklungsprojekt zu finanzieren. Dem Institut für technische Physik war aber schon damals die Abteilung für industrielle Forschung angegliedert, die die Geldmittel für ihr Arbeitspensum von einer besonderen Gesellschaft, der Gesellschaft zur Förderung der Forschung an der ETH (GFF), erhält. Die Mitglieder der Gesellschaft umfassen neben dem Bund, verschiedenen Kantonen und Städten auch eine grosse Zahl von schweizerischen Industrieunternehmen. Dieser Gesellschaft ist es vor allem zu verdanken, dass Prof. FISCHER Gelegenheit hatte, seine geniale Idee zu verwirklichen.

Die unternommenen Arbeiten erwiesen sich, wie wir noch sehen werden, in unerwarteter Weise als langwierig und schwierig, so dass die Geduld der finan-

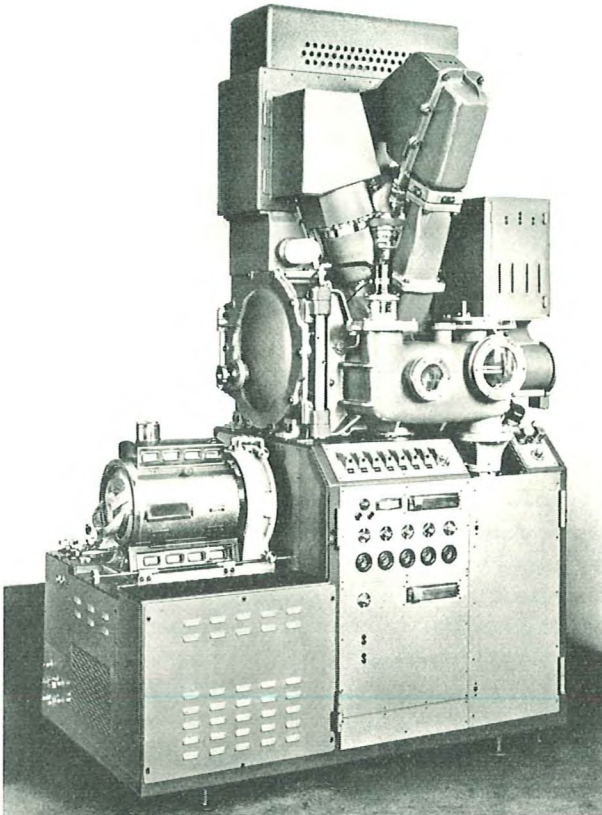


Abb. 2 Ansicht des ersten Modelles des Eidophor-Projektors. Man erkennt links die Kino-bogenlampe. Rechts ist das aus Guss gefertigte Vakuumgefäss sichtbar. Es enthält den Eidophor-Träger und die Elektronenkanone. Das optische System wurde über Umlenkspiegel «aufgewickelt», um die Dimensionen klein zu halten.

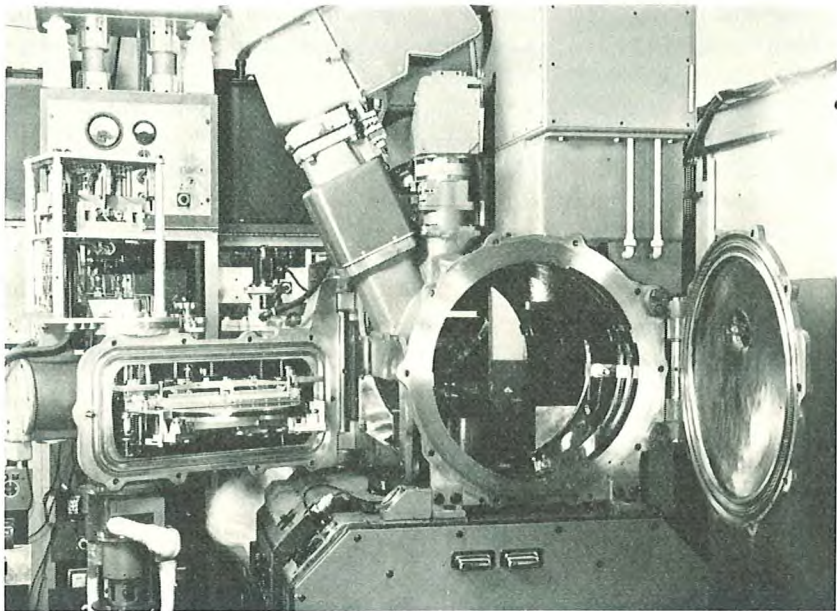


Abb.3 Geöffnetes Hochvakuumgefäss des ersten Projektormodelles. Der aus einer Glasplatte bestehende Eidophor-Träger ist links sichtbar. In betriebsmässigem Zustand ragt er in das rechts sichtbare Hochvakuumgefäss hinein. Das Bildfenster befindet sich über dem im Innern des Vakuumgefässes sichtbaren Schlierenobjektiv. Oberhalb des Vakuumgefässes befindet sich die Elektronenkanone.

zierenden Kreise oft hart in Anspruch genommen werden musste. Es ist andererseits für den Schöpfer des Eidophor-Gedankens charakteristisch, dass er sich durch keinen Misserfolg entmutigen liess, sondern unentwegt und fest an den Erfolg glaubte.

Die ersten Entwürfe für den Eidophor-Projektor zeigen als Konstruktionselement ein Glasgefäss, in dem der Eidophor-Träger und die Elektronenkanone, die für das Aufbringen der elektrischen Ladungen gebraucht wird, eingebaut sind (Abb. 1). Dieses Gefäss kann evakuiert und abgeschmolzen werden, oder es kann dauernd mit einer Vakuumpumpe verbunden sein. Vakuum ist deshalb nötig, weil die frei fliegenden Elektronen im luftgefüllten Raum mit den Luftmolekülen zusammenstossen würden. Auf diese Weise liesse sich gar kein scharf fokussierter Elektronenstrahl erzeugen. Es zeigte sich aber rasch, dass ein Glasgefäss untauglich ist und dass an seiner Stelle ein metallenes Gefäss verwendet werden musste.

Je mehr die Entwürfe für die praktische Ausführung des Apparates fortschritten, um so mehr wurde klar, dass die grössten Hauptschwierigkeiten, die überwunden werden mussten, technologischer Art sein würden (vgl. Abb. 2 und Abb. 3). Das ganze Projekt war denn auch sehr rasch der heftigen Kritik vieler Fachleute ausgesetzt. Es galt als zu wagemutig oder gar als überhaupt nicht

durchführbar. Die technologischen Mittel mussten in der Tat in vielen Beziehungen neu geschaffen werden. Im Jahre 1940, als die Arbeiten in Gang kamen, kannte niemand die Bedingungen, unter denen das grosse Metallgefäß hochvakuumdicht gemacht werden konnte. Es war auch nicht bekannt, ob es überhaupt gelingen würde, die nötige Güte des Vakuums zu erzeugen und aufrechtzuerhalten. Ebenso unbekannt war das Verhalten der Eidophor-Flüssigkeit gegenüber dem Bombardement mit Elektronen. Hier waren viele Fachleute der Meinung, dass es nie gelingen werde, eine Substanz zu finden, die, ohne zerstört zu werden, dieses Bombardement aushalten würde (Abb. 4). So stand die Entwicklung von Anfang an unter der schweren Last der Kritik der Zweifler.

Der erste Projektor wurde in seiner Konstruktionsanlage so gestaltet, dass er praktisch schon als weitgehend verkaufsfertiges Industriegerät angesehen werden konnte. Misserfolge, die sich bei der Inbetriebnahme des Gerätes einstellten, zwangen aber den Erfinder, sein Grundkonzept gehörig zu ändern.

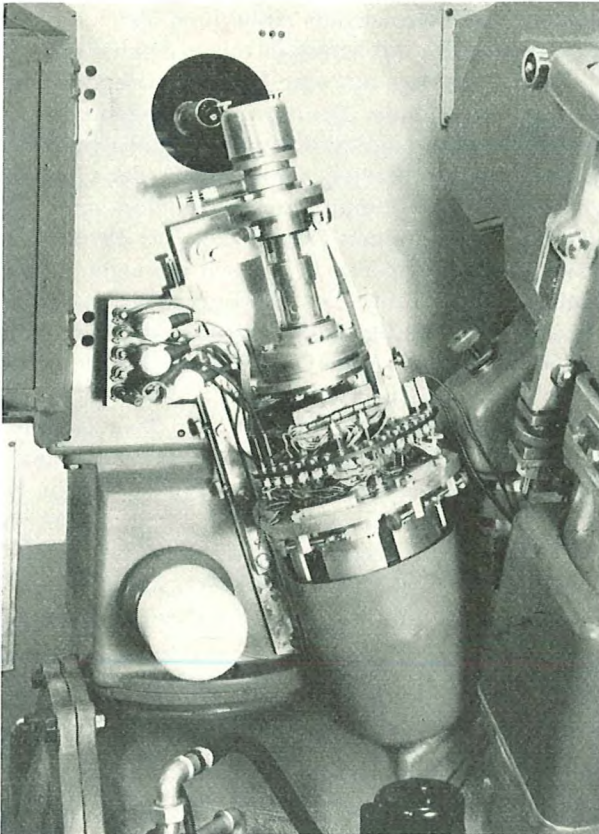


Abb. 4 Ansicht der Elektronenkanone des ersten Versuchsmodelles. Man erkennt zum Teil die Ablenkspulen, die dazu dienen, den Elektronenstrahl längs des Bildrasters zu führen.

Zweiter Prototyp

Der zweite Prototyp sollte vor allen Dingen dazu dienen, die Laboratoriumsuntersuchungen durchzuführen, die sich als unerlässliche Grundlage für eine spätere industriereife Konstruktion aufdrängen. Währenddem beim ersten Prototyp Bedacht darauf genommen wurde, den Apparat so klein als möglich zu bauen, wurde beim zweiten Gerät alles weit auseinander gelegt, um möglichst einfache und übersichtliche Verhältnisse zu erhalten. Das führte dazu, dass dieses Gerät zwei Stockwerke beanspruchte. Der Lampenteil war ein Stock tiefer angeordnet als der Eidophor-Teil. Auch der Konstrukteur nahm in Kauf, dass der Projektor in dieser Form niemals praktische Anwendung finden würde (Abb. 14, 15 und 16).

Funktion des optischen Systems

Die optische Grundlage des Eidophor-Projektors ist, wie schon erwähnt, ein Dunkelfeld-Projektionssystem, das unter dem Namen Schlierenoptik bekannt ist. Die Grundelemente ersehen wir aus Abbildung 5a.

Die Bogenlampe beleuchtet ein schlitzförmiges Spaltsystem. Das Schlierenobjektiv I bildet das Spaltsystem auf eine Gegenblende, das Barrensysteem, ab. Die gegenseitige Lage von Blende (Spaltsystem), Gegenblende und Schlierenobjektiv sind so justiert, dass das Barrensysteem alles Licht auffängt, das durch die Spalte der Blende hindurchtreten kann. Hinter der Gegenblende befindet sich das Projektionsobjektiv II. Seine Brennweite und seine Lage sind so gewählt, dass die Ebene des Eidophor-Trägers auf den Projektionsschirm abgebildet wird. Wenn der Eidophor-Träger optisch homogen und völlig eben ist, bleibt der Projektionsschirm dunkel, da das Barrensysteem alles Licht auffängt (vgl. Abb. 5b). Es ist nun wichtig, dass das Barrensysteem geometrisch genau mit dem Bild des Spaltsystems übereinstimmt, das heisst dass die Lichtstrahlen bis scharf an den Rand der Barren gelangen, ohne ihn aber zu überschreiten. Betrachten wir nun einen beliebigen Punkt auf dem Eidophor-Träger (vgl. Titelbild; Erklärung auf dessen Rückseite). Alle Lichtstrahlen, die durch den Punkt hindurchgehen, fallen, wie oben erklärt wurde, auf die Barren. Bringen wir im betrachteten Punkt eine optische Inhomogenität an, etwa dadurch, dass wir die Eidophor-Trägerebene deformieren, so wird die Abbildung der Spalte auf die Barren gestört. Die Lichtstrahlen werden durch die optische Inhomogenität abgelenkt und fallen nun, teilweise wenigstens, ausserhalb der Barren. Diejenigen Lichtstrahlen, die nicht mehr auf die Barren fallen, gelangen aber auf das Projektionsobjektiv II. Wegen seinen abbildenden Eigenschaften werden alle diese Strahlen in einem Punkt auf der Leinwand wieder vereinigt, der einem Betrachter des Schirmes hell erscheint. Das Mass der Helligkeit kann mit der optischen Inhomogenität gesteuert werden. Es ist wohl ohne weiteres verständlich, dass wir diese Überlegung gleichzeitig für beliebig viele Punkte auf dem Eidophor-Träger unabhängig voneinander durchführen können. Auf diese Weise kann die Helligkeit jedes beliebigen Punktes auf den Schirm dosiert werden.

Damit sich die beiden ineinandergeschachtelten optischen Systeme, die den Objektiven I und II zugeordnet sind, gegenseitig nicht stören, ist es nötig, den Eidophor-Träger nahe an I anzubringen und die Gegenblende andererseits nahe an das Objektiv II. Dies bedeutet für den Konstrukteur eine Einschränkung in der Wahl der Dimensionen.

Es ist nun wichtig, das Licht der Projektionslampe möglichst gut auszunützen, das heisst den Lichtstrom, der durch die Anordnung hindurchgeht, möglichst gross zu machen. Dies ist der Grund, weshalb man in der praktischen Ausführung nicht nur einen Spalt und einen Barren verwendet, sondern ein ganzes System von Spalten und Barren in den entsprechenden Ebenen anordnet. Die Empfindlichkeit dieser Schlierenoptik hängt, wie man leicht erkennt, stark vom Abstand zwischen dem Eidophor-Träger und dem Barrensystem ab.

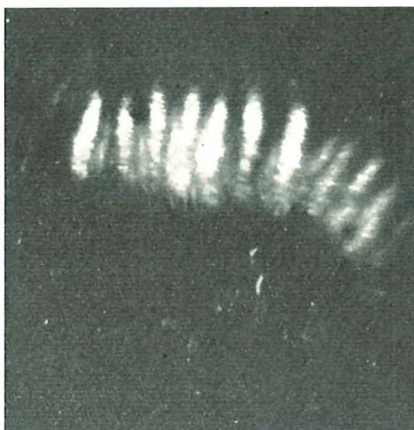


Abb. 5 «Fischchen», feste Ausscheidungen aus der Eidophor-Flüssigkeit, die sich zufolge des Elektronenbombardements gebildet haben. Derartige Störungen machen die Flüssigkeit unbrauchbar.

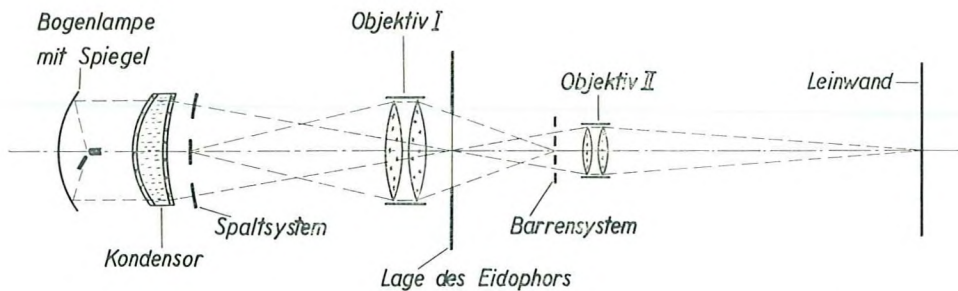


Abb. 5a Schema der Schlierenoptik. Die Funktionsbeschreibung befindet sich im Text (siehe S. 20/21). (Nach dem Original.)

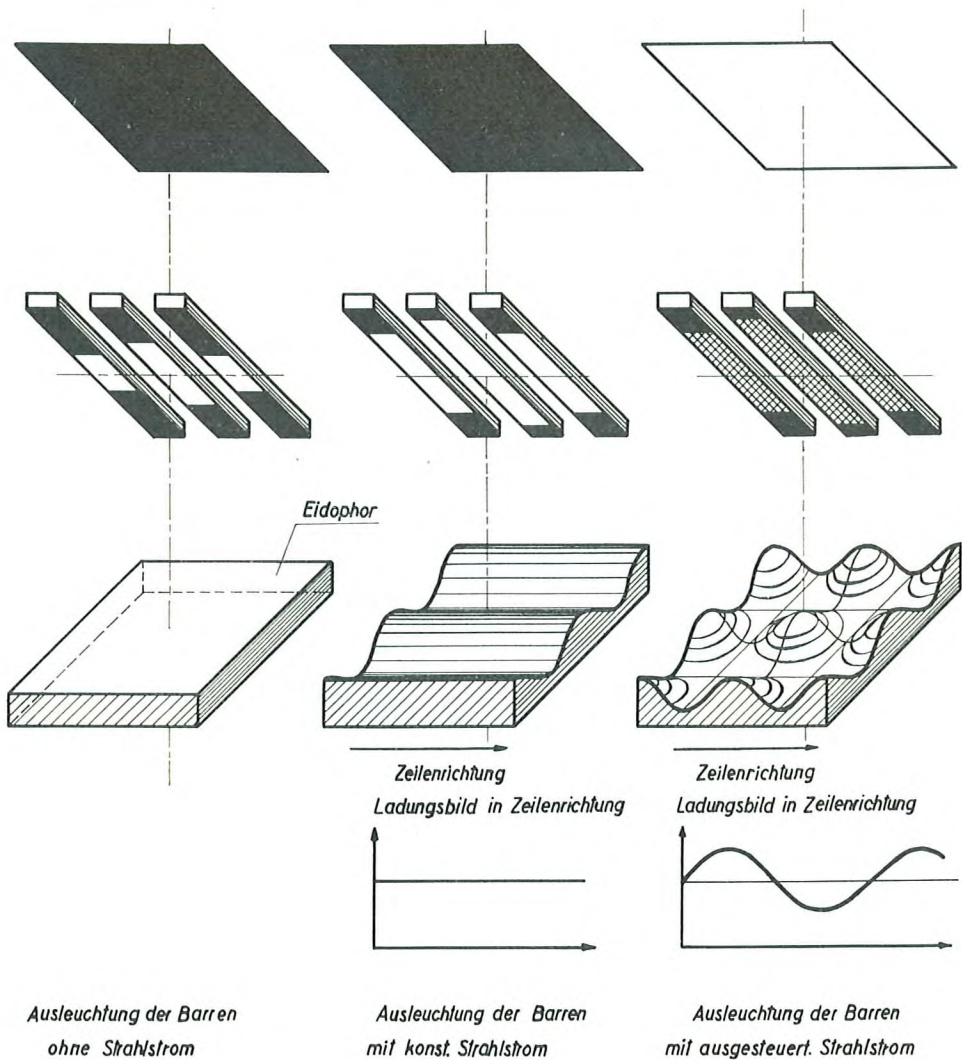


Abb. 5b Bildsteuerung durch das Eidophor-Relief. In der Abbildung sind von oben nach unten der Projektionsschirm, das Auffangbarren-System und die Eidophor-Oberfläche dargestellt. Links ist die Eidophor-Oberfläche eben; alles Licht fällt auf die Auffangbarren und der Schirm bleibt dunkel. Im mittleren Bild ist das Zeilenraster auf die Oberfläche eingeprägt. Längs der Zeile ist aber die Deformation homogen. Das Licht wird durch diese Art der Verformung nur parallel zu den Spalten ausgelenkt. Der Schirm bleibt deshalb dunkel. Die Zeilenstruktur ist bei dieser Art Steuerung nicht sichtbar. Im Bild rechts sind auch längs der Zeile Deformationen eingeprägt, die der Helligkeit der Bildpunkte entsprechen. Dadurch wird das Licht parallel zu den Barren ausgelenkt, wie auf dem Umschlagbild erkennbar. Dieser Anteil gelangt auf den Projektionsschirm. Unten in der Abbildung ist die Ladungsverteilung längs der Bildzeilen angedeutet. (Nach dem Original.)

Die quantitative Behandlung der optischen Störung, die durch eine Inhomogenität auf dem Eidophor entsteht, kann nun nach zwei Gesichtspunkten durchgeführt werden. Die eine Möglichkeit ergibt sich durch die Anwendung der klassischen Strahlenoptik, die wir für die Funktionserläuterung gebraucht haben. Die praktischen Ergebnisse zeigten aber, dass diese Theorie nicht bedenkenlos eingesetzt werden darf. Die Dimensionen der einzelnen Bildpunkte sind, verglichen mit den in Frage kommenden Lichtwellenlängen und den übrigen Dimensionen der Apparatur, derart, dass die Wellennatur des Lichtes mitberücksichtigt werden muss. Wir dürfen also die Auslenkung der Strahlen nicht mehr allein als Brechungsphänomen ansehen, sondern die Beugungserscheinungen müssen mitberücksichtigt werden.

Diese Tatsache wurde bei der ersten Konstruktion des Projektors übersehen. Erst die Experimente deckten die Notwendigkeit auf.

Um das Auffangblenden-System, die Barren, gemäss der Theorie der Strahlenoptik richtig zu formen, war ein ganz beträchtlicher Aufwand nötig (vgl. Abb. 6, 7 und 8). Das Schlierenobjektiv I hat, wie jedes optisch abbildende System, Abbildungsfehler. Die Blendenebene des Spaltensystems wird beispielsweise nicht mehr exakt auf eine Ebene abgebildet. Das Bild der Spalte ist gekrümmt und verzeichnet, entsprechend der Bildfehler des optischen Systemes. Es war deshalb nötig, diese Fehler ganz genau auszumessen und den Auffangblenden die entsprechende geometrische Form zu geben. Grosse Schwierigkeiten brachten auch die Farbfehler des Schlierenobjektivs. Die Kanten der Spalten, die ja auf dem Auffangblenden-System ganz besonders scharf abgebildet werden müssen, weisen Farbsäume auf, da die optischen Eigenschaften von I nicht für alle Lichtwellenlängen gleich sind. Das hatte zur Folge, dass das Dunkelfeld auf dem Projektionsschirm eine starke Tendenz zur Verfärbung

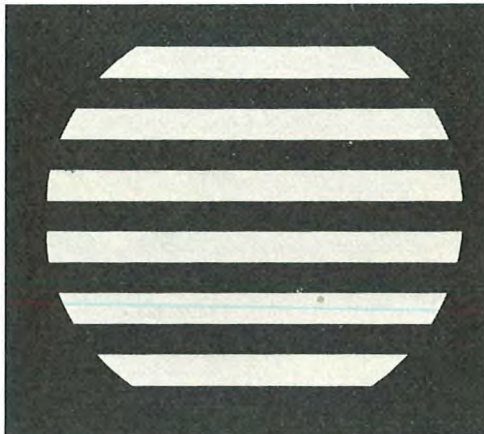


Abb. 6 Zur Herstellung der Gegenblende der Schlierenoptik wurde zunächst ein photographisches Bild der ersten Blende, wie es durch das Schlierenobjektiv gebildet wird, aufgenommen. Es diente als Schablone für die Herstellung der Gegenblende.

zeigte. Anstatt ein neutrales dunkles Grau zu erhalten, war der Schirm in verschiedenen Regenbogenfarben verfärbt, je nach der Justierung der Blendenpaare. Diese Schwierigkeit war bösartiger Natur, und sie konnte erst überwunden werden, nachdem die beugungsoptische Betrachtung eingeführt wurde.

Nach der Strahlenoptik wird durch die optische Inhomogenität das Bild der Spalten am Ort der Barren ausgelenkt. Das Mass der Auslenkung bestimmt die Helligkeit der Bildpunkte auf dem Schirm (vgl. Titelbild). Eine ganz andere Sachlage finden wir bei der beugungsoptischen Betrachtung, auf die wir noch näher eingehen werden.

In der Abbildung 13 finden wir einen schematischen Aufbau des ganzen Projektors. Wir erkennen, von unten nach oben betrachtet, die Bogenlampe, das Spaltensystem, das Schlierenobjektiv, den Eidophor-Träger, das Auffangbarrensystem, das Projektionsobjektiv und den Projektionsschirm. Die Elektronen-

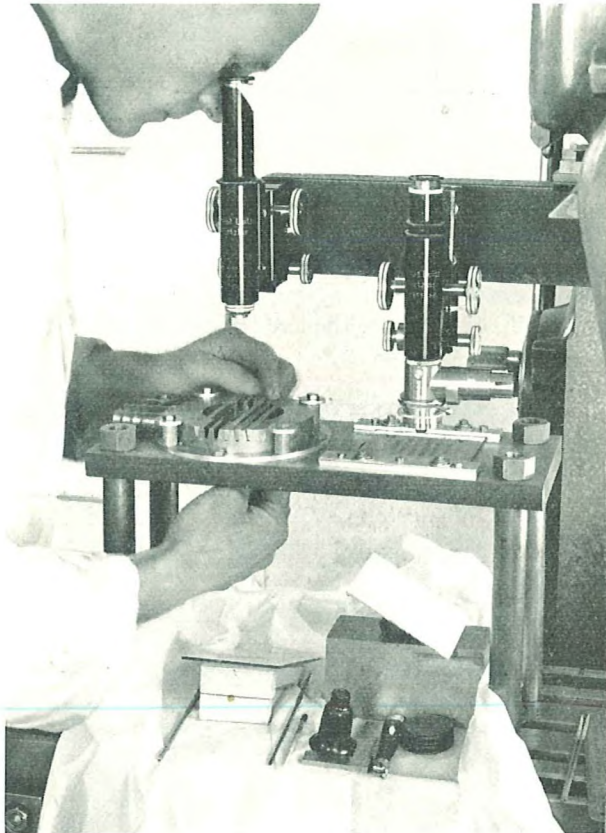


Abb. 7 Anfertigung der Gegenblende in der Werkstatt. Unter dem Mikroskop rechts befindet sich die photographische Vorlage. Das Mikroskop links dient als Arbeits- und Kontrollinstrument.



Abb.8 Fertig bearbeitetes Gegenblendensystem. Die Auffangbarren sind geschwärzt. Um die Energie des absorbierten Lichtes abzuführen, ist das System wassergekühlt.

kanone, die das Aufbringen der die Deformation erzeugenden Ladungen besorgt, ist links vom Projektionsobjektiv ebenfalls eingezeichnet. Auf dem Eidophor-Träger ist, wie wir wissen, eine dünne Ölschicht ausgebreitet, die möglichst gut eben gemacht wird. Das wird so erreicht, dass der Eidophor-Träger während des Betriebes ganz langsam rotiert (in der Abb. 13 durch einen Pfeil angedeutet). Ein möglichst gerades Haarlineal, ein sogenanntes Rakel, streicht die Öloberfläche fortwährend glatt. Auf diese Weise wird dem Projektionsfeld fortlaufend eine neue, geglättete Oberfläche zugeführt. Um die Helligkeit der Bildpunkte richtig zu steuern, ist es nötig, das Bild zu rastern. Das Fernsehbild wird also auf ähnliche Weise, wie das in der Drucktechnik geschieht, in einzelne individuelle Bildpunkte aufgelöst. Jedem Bildpunkt wird eine wellenförmige Deformation zugeordnet, wie dies in Abbildung 5b dargestellt ist. Da sich längs einer Bildzeile diese Wellen aneinanderreihen, entsteht eine periodische Struktur der Oberflächendeformation. Die «Wellenlänge» ist durch die Grösse der Bildpunkte festgelegt. Die Amplitude dieser Deformationswelle wechselt von Bildpunkt zu Bildpunkt und ist im Prinzip proportional zur gewünschten Helligkeit des zugeordneten Bildpunktes. Ist ein Bildpunkt schwarz, so ist die Amplitude Null, ist ein Bildpunkt weiss, so wird die Amplitude so eingestellt, dass möglichst alles Licht in die Spalten des Auffangbarren-Systems fällt.

Entstehung des Eidophor-Reliefs

Zur Erzeugung der Deformationswelle wird mit der Elektronenkanone ein entsprechendes Mass von elektrischer Ladung auf die Eidophor-Oberfläche

aufgebracht. Da die Oberfläche des Eidophor-Trägers elektrisch leitend ist, spielen sich, ganz grob gesagt, die folgenden Vorgänge ab: Eine auf die Oberfläche aufgebrachte elektrische Ladung übt einen Druck aus, entsprechend den elektrostatischen Kräften, die sich nach Massgabe der sich ausbildenden elektrischen Felder einstellt. Dieser Druck hängt von der Grösse der Ladung ab. Ist die Ladung klein, ist auch der Druck klein, ist sie gross, ist auch der Druck gross.

Eine weitere Komplikation ergibt sich nun aus dem Umstand, dass das Fernsehbild alle fünfundzwanzigstel Sekunden neu geschrieben werden muss, da ja bewegte Bilder übertragen werden. Für jedes neu zu schreibende Bild muss also der Eidophor-Träger wieder glatt sein. Das wird erreicht, indem die Eidophor-Flüssigkeit eine passend gewählte elektrische Leitfähigkeit aufweist. Die elektrische Ladung auf der Eidophor-Oberfläche kann so zum Träger abfliessen. Andererseits wirkt die Oberflächenspannung des Öles als rücktreibende Kraft und spannt die Öloberfläche wieder glatt. Die Geschwindigkeit, mit der sich das abspielt, ist abhängig vom Mass der elektrischen Leitfähigkeit, von der Viskosität des Öles und von der Oberflächenspannung.

Als rücktreibende Kraft wirkt also die Oberflächenspannung. Die dabei entstehenden Kräfte sind bekanntlich vom Krümmungsradius der Deformation abhängig. Je kleiner dieser ist, um so grösser werden die Kräfte. Oberflächendeformationen mit einem grossen Krümmungsradius verschwinden viel langsamer als solche mit kleinen Radien, weil die rücktreibende Kraft entsprechend kleiner ist. Deformationen mit grossem Krümmungsradius müssen vermieden werden, denn sie verursachen erhebliche Bildstörungen. Die elektrische Ladung auf dem Eidophor-Träger, gemittelt über Flächen, die grösser sind als der einzelne Bildpunkt, müssen darum überall gleich, homogen, sein.

Steuerung des Elektronenstrahles

Eine Intensitätssteuerung des Elektronenstrahles, wie sie in klassischer Weise in der Kathodenstrahlröhre verwendet wird, kommt nicht in Frage. Es wäre sehr schwierig, die oben erwähnte Forderung nach der Homogenität der aufgebrachten Ladung durch ein solches System zu erfüllen. Eine sinnreiche Anordnung, die das Problem löst, ist die sogenannte «Pilgerschrittmodulation»: Der Elektronenstrahl hat immer eine konstante Intensität. Um die Ladungsmenge innerhalb einer Bildpunktdimension zu steuern, wird die Schreibgeschwindigkeit des Strahles, das heisst die Geschwindigkeit, mit der der Strahl längs einer Zeile abgelenkt wird, variiert. Vergrössern wir die Geschwindigkeit gegenüber dem mittleren Wert, so wird weniger Ladung auf der Eidophor-Oberfläche deponiert, verkleinern wir sie, so wird das Ladungsdepot erhöht. Da jedem Bildpunkt eine Periode des Rasters zugeordnet wird, können wir die gewünschte Ladungsverteilung erreichen, indem in der ersten Hälfte der Ausdehnung des Bildpunktes schnell geschrieben wird; der gewonnene Zeitüberschuss wird dazu eingesetzt, um in der zweiten Hälfte des Bildpunktes entsprechend langsam zu schreiben. Man erkennt aus dieser Funktionsweise, dass es nötig ist, einen ganz feinen Elektronenstrahl zur Verfügung zu haben. Er hat rechteckigen

Querschnitt; die Höhe des Rechteckes entspricht der Zeilenbreite. Die Breite des Rechteckes muss aber gegenüber der Dimension des Bildpunktes klein sein (vgl. Abb. 12). Diese Forderung bedeutet eine nicht zu vernachlässigende Komplikation im Vergleich mit der klassischen Kathodenstrahlröhre. Das elektronenoptische System in der Elektronenkanone muss mit besonders grosser Präzision ausgeführt werden, was einen entsprechenden Aufwand erfordert. Die Variation der Schreibgeschwindigkeit wird mit elektrischen Mitteln erreicht. Im Strahlengang der Elektronenkanone ist der sogenannte Pilgerschritt-Kondensator angeordnet, an dessen Klemmen eine Spannung angelegt wird, die im Prinzip ein amplitudenmoduliertes Videosignal ist. Die Trägerfrequenz bestimmt die Rasterweite des Bildes (vgl. Abb. 16).

Um Moirébildungen zu vermeiden, müssen die Deformationswellen der einzelnen Zeilen genau zur Deckung gebracht werden. Die Korrelation zwischen dem geometrischen Ort auf dem Fernsehbild und der Phase der Trägerfrequenz muss sehr starr sein. Dies wird erreicht, indem der Trägergenerator am Anfang jeder Zeile nach dem Start-Stop-Prinzip eingeschaltet wird.

Die Eidophor-Flüssigkeit

Die Anforderungen, die an die Eigenschaften der Eidophor-Flüssigkeit zu stellen sind, haben wir schon früher erwähnt. Sie muss eine genau vorgeschriebene Viskosität und elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Davon hängt die Genauigkeit ab, mit der das Zeitprogramm für den Aufbau und den Abbau der Reliefbilder auf dem Eidophor durchgeführt werden kann, eine Forderung, die mit dem Lichtwirkungsgrad aufs engste zusammenhängt. Die für ein Bild zur Verfügung stehende Zeit von einer fünfundzwanzigstel Sekunde muss möglichst voll ausgenutzt werden. Der volle Lichtstrom der Bogenlampe soll während dieser Zeit richtig gesteuert auf den Bildschirm fallen. Da die beiden Eigenschaften stark von der Temperatur abhängig sind, ist es unumgänglich, während des Betriebes die Temperatur der Eidophor-Flüssigkeit mit einem Thermostaten konstant zu halten. Sobald der Eidophor-Träger aus dem Bildfeld austritt, kommt er mit einem Kühlsystem in Berührung, das ungefähr die Hälfte der kreisförmigen Platte des Eidophor-Trägers überdeckt.

Daneben ist eine Reihe weiterer Bedingungen zu erfüllen. Der Dampfdruck muss klein sein, da das System im Vakuum arbeitet. Wie früher erwähnt, erzeugen die mit grosser Geschwindigkeit aufprallenden Elektronen (etwa 20 kV) chemische Veränderungen in der Eidophor-Flüssigkeit. Eine nähere Beobachtung der Vorgänge zeigte hauptsächlich zwei Erscheinungen: Das Öl kann unter der Einwirkung der Elektronen polymerisieren; es kann zur Wachsbildung kommen (vgl. Abb. 5). Sind einmal Polymerisationskeime entstanden, dann wächst diese Störung rasch. Andererseits können unter dem Einfluss des Elektronenbombardements Moleküle zerstört werden. Es entstehen dabei leichtere Teile, die den Dampfdruck herabsetzen. Beide Störungen sind für den Betrieb des Projektors unerwünscht. Die Polymerisation macht den Gebrauch der Eidophor-Flüssigkeit geradezu unmöglich. Die Zerstörung der Eidophor-Substanz gibt Anlass zu anderen Schwierigkeiten.

Die Elektronenkanone (vgl. Abb. 17)

Der Aufbau des Kathodenstrahlrohres, das dazu dient, die Elektronen auf die Eidophor-Oberfläche zu schießen, gleicht im grossen und ganzen demjenigen, der in der klassischen Fernschröhre zu finden ist. Während in der Fernschröhre sehr gute Vakuumverhältnisse herrschen, ist das im Eidophor-Projektor nicht mehr der Fall. Ständig ist ein bestimmter Dampfdruck von Kohlenwasserstoffdämpfen vorhanden. Das macht ja den dauernden Betrieb einer leistungsfähigen Diffusionspumpe nötig. Die erwähnte Zerstörung der Eidophor-Flüssigkeit durch das Elektronenbombardement erzeugt fortwährend leichte Moleküle, die mithelfen, die Dampfdruckverhältnisse zu verschlechtern. Das hat zur Folge, dass sich alle Teile im Innern des Vakuumgefässes mit der Zeit mit einer Schicht von kondensierten Teilen überziehen. Für die Elektronenoptik ist das gefährlich, denn auf der Oberfläche dieser isolierenden Schicht können sich unerwünschte elektrische Ladungen festhalten. Dadurch wird die Abbildungsqualität der Elektronenoptik gestört. Die besonders kritischen Teile werden darum durch eine zweckentsprechende Aufheizung geschützt.

Besonders ungünstig ist die Wirkung der Dämpfe auf die Glühkathode. Zunächst verunmöglichen sie den Einsatz einer bequemen und wirkungsvollen Oxydkathode. Die Emission der dort verwendeten Substanz wird unter der Einwirkung der Fremdschubstanz aus den Dämpfen zerstört. Man ist gezwungen, reine Wolframkathoden anzuwenden. Aber auch sie werden durch die Kohlenwasserstoffdämpfe in ihrer Funktion stark beeinträchtigt. Der auf der glühenden Oberfläche des Drahtes deponierte Kohlenstoff führt zu einer Karburierung

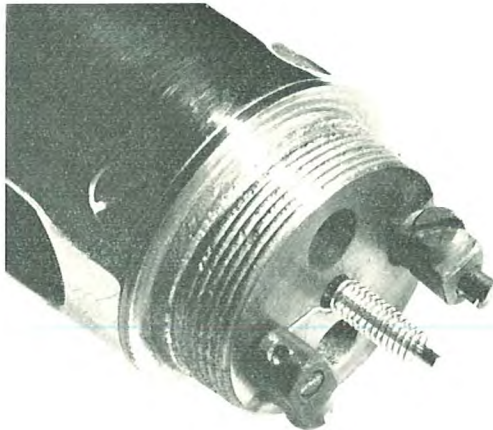


Abb. 9 Aktiver Teil der sogenannten Bolzenkathode. Ein Wolframstab ist von einer Spirale aus Wolframdraht umgeben, der betriebsmässig glühend ist. Durch Anlegen einer Spannung zwischen Bolzen und Kathode kann der Bolzen auf beliebige Temperatur gebracht werden (als Folge des Elektronenbombardements).

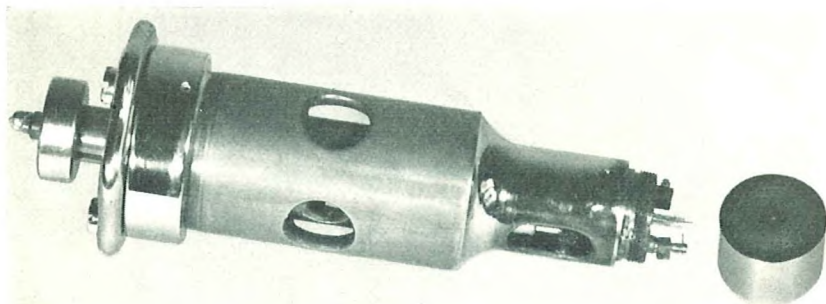


Abb.10 Auswechselbare Kathodenpatrone. Der Bolzen ist am untern Ende sichtbar. Im Betrieb ragt nur der alleräusserste Teil durch ein Loch im Zentrum der ebenfalls abgebildeten Schutzkappe heraus.

des Wolframs. Dadurch wird es mechanisch instabil; es wird brüchig, und der Wolframfaden wird schon nach kurzer Zeit zerstört. Übliche Kathodenkonstruktionen erreichten nur Lebensdauern von wenigen Stunden.

Das veranlasste die Entwicklung einer ganz besonders robusten Kathode. Sie ist heute unter dem Namen Bolzenkathode bekannt (vgl. Abb. 9). Ein Wolframbolzen ist in einem gewissen Abstand von einer Spirale aus Wolframdraht umgeben. Zum Betrieb wird die Wolframspirale glühend gemacht und zwischen Spirale und Bolzen eine passend gewählte elektrische Spannung angelegt. Die von der glühenden Wolframspirale emittierten Elektronen werden auf den Bolzen gezogen. Beim Aufprall wandelt sich ihre kinetische Energie in Wärme um. Auf diese Weise gelingt es, die Temperatur des Wolframbolzens praktisch beliebig hoch zu treiben. Für den Betrieb einer solchen Kathode sind aber auch Vorsichtsmassnahmen nötig. Der glühende Wolframbolzen heizt die Wolfram-

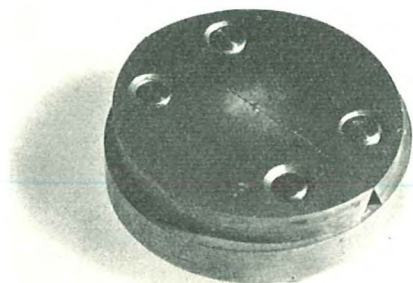


Abb.11 Crossover-Blende. Der Elektronenfleck auf der Eidophor-Oberfläche muss sehr klein und präzis geformt sein. Eine Blende, die in das elektronenoptische System eingebaut ist, besorgt die Begrenzung des Elektronenstrahles. Diese Blende wird thermisch sehr hoch beansprucht; sie ist deshalb aus Wolfram gefertigt.

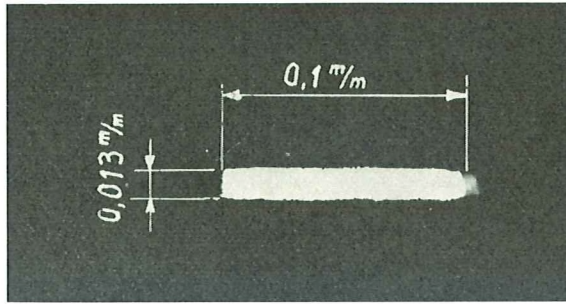


Abb. 12 Bild des Spaltes in der Crossover-Blende.

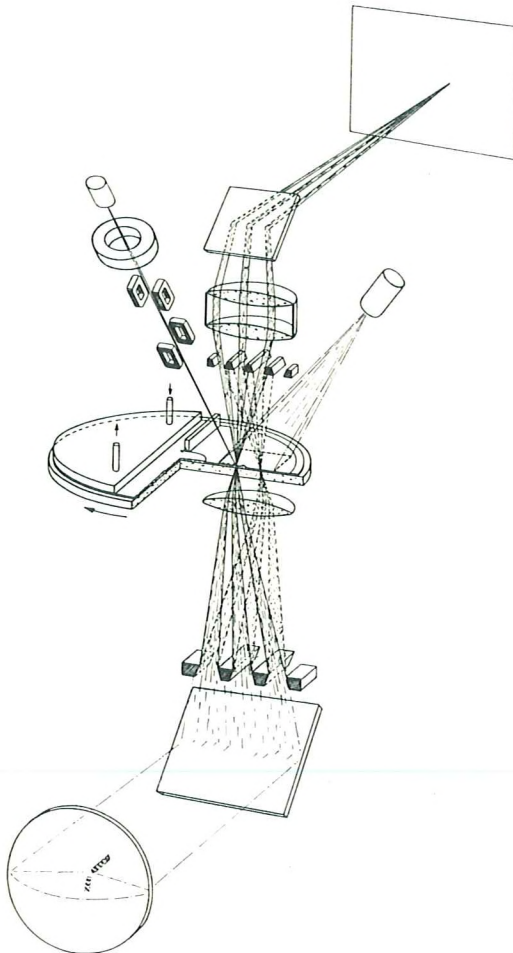


Abb. 13 Schematischer Aufbau des zweiten Prototyps. Die Beschreibung befindet sich im Text (vgl. S. 33 bis 35). (Nach dem Original.)

spirale ebenfalls auf, und sie emittiert mehr Elektronen. Diese Rückheizung führt zu einer Zerstörung des Systemes, wenn sie nicht durch äussere schaltungstechnische Massnahmen unterbunden wird.

Aus elektronenoptischen Gründen wird die Kathode in ein Metallgehäuse eingekapselt, so dass nur das obere Schnittende des Wolframbolzens frei liegt. Während dem Betrieb wird die emittierende Wolframfläche auf eine Temperatur von über 2000°C gebracht (vgl. Abb. 10).

Die Entwicklung dieser Kathode hat sich gelohnt. Sie wird heute als brauchbare Elektronenquelle in verschiedenen andern elektronischen Geräten eingesetzt. Sie bewährt sich auch dort.

Im Grossprojektor wird aber nach einer gewissen Betriebsdauer der Wolframbolzen langsam ausgehöhlt. Die Hauptursache dazu liegt im Aufprall der

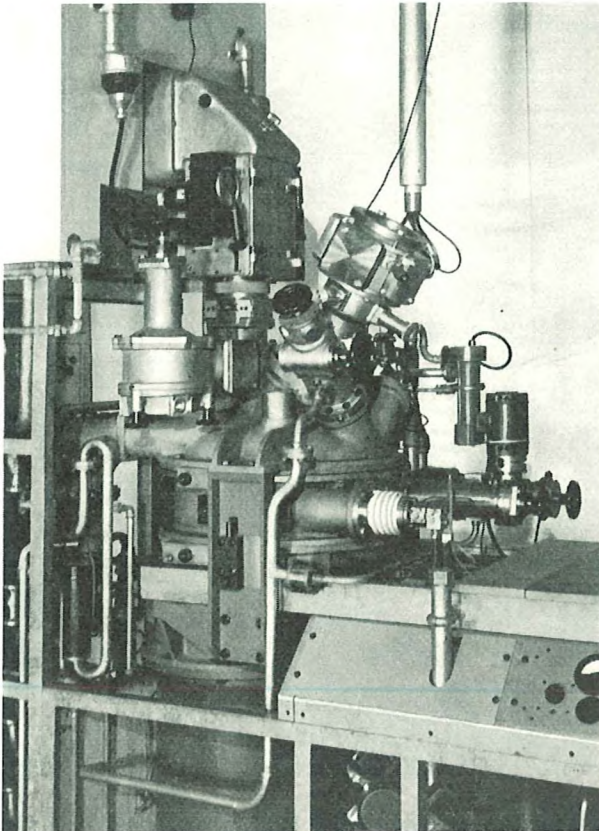


Abb. 14 Ansicht der Kassettenpartie des zweiten Projektormodells. Die leicht auswechselbare Kassette enthält den Eidophor-Träger. Im oberen Teil des Bildes ist der Lichtkanal sichtbar. Mit Hilfe eines Umlenkspiegels wird das Bild auf die Leinwand geworfen.

positiven Ionen, die unter dem Einfluss der Elektronenstrahlen in der kohlenwasserstoffhaltigen Atmosphäre des Vakuumgefäßes entstehen. Die Rückwirkung der Ionen kann durch die Anwendung einer besondern Ionenfalle praktisch unterdrückt werden.

Der extrem kleine Elektronenbildfleck und die Anforderung hoher Präzision, die an seine Form gestellt wird, machen es nötig, im Kathodenstrahlrohr eine elektronenoptische Zwischenabbildung einzuführen. Die thermisch emittierten Elektronen der Kathode fallen zunächst auf eine sogenannte Crossover-Blende (Abb. 11). Diese Blende enthält ein Loch, das geometrisch mit der Fleckform der Elektronen auf dem Eidophor übereinstimmt (Abb. 12). Dieses Blendenloch wird anschliessend elektronenoptisch auf die Eidophor-Oberfläche abgebildet. Die Blende ist ausserordentlich hohen thermischen Beanspruchungen

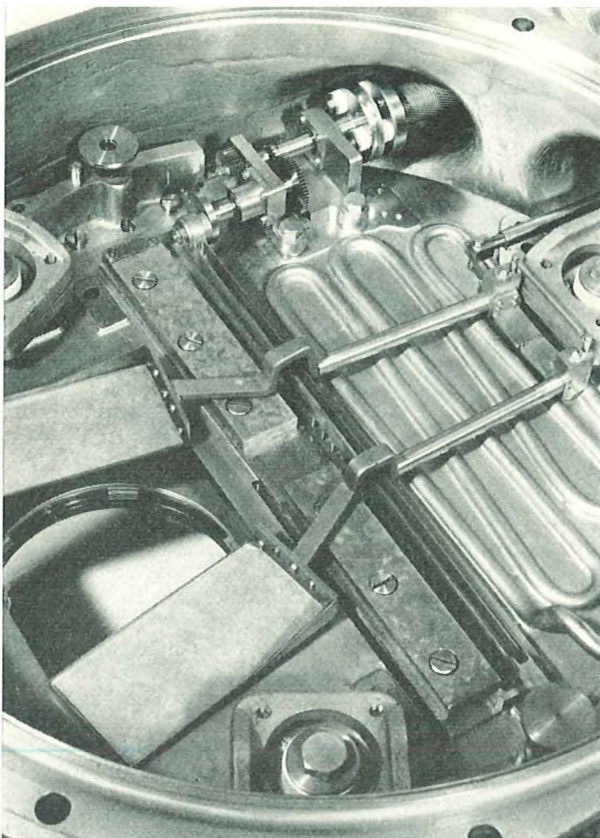


Abb. 15 Blick in das Innere der Kassette. Das kreisrunde Loch lässt den Lichtstrom durchtreten. Der Eidophor-Träger rotiert langsam; er wird in der rechten Hälfte gekühlt. Die Kühlschlangen, durch die das Kühlmedium zirkuliert, sind sichtbar. Das Bildfenster kann abgedeckt werden. An Stelle der Eidophor-Flüssigkeit tritt ein Fluoreszenzschirm, der Kontrolleinstellungen gestattet. Das ganze System steht unter Hochvakuum.

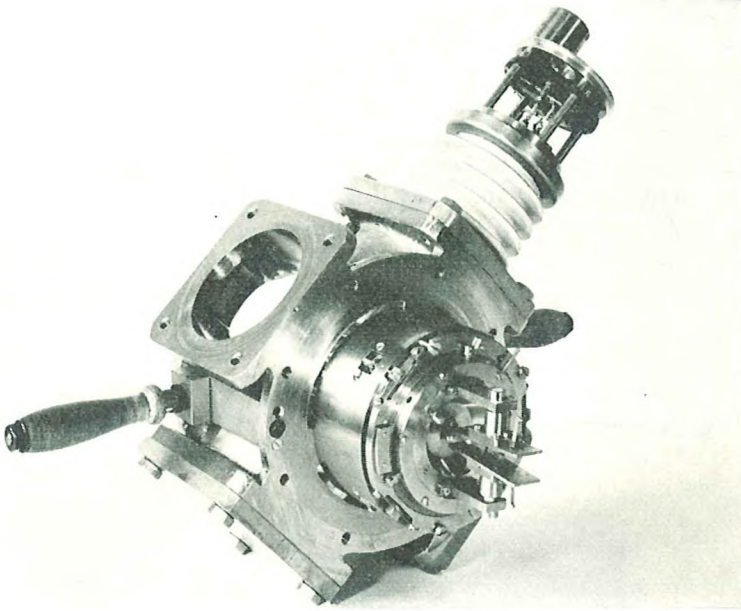


Abb.16 Kathodenkopf der Elektronenkanone. Am vorderen Ende rechts ist der «Pilgerschritt-Kondensator» sichtbar. Ihm wird das Fernseh-Videosignal zugeführt. Die Spannungsschwankungen an den Kondensatorplatten erzeugen eine Schwankung der Ablenkgeschwindigkeit des Kathodenstrahles. Die elektrische Ladung wird dementsprechend mit wechselnder Dichte auf der Eidophor-Oberfläche deponiert. Die elektrostatischen Kräfte dieser veränderlichen Ladungen erzeugen das Deformationsrelief auf dem Eidophor.

ausgesetzt; der grösste Teil des Emissionsstromes wird dort zurückgehalten und heizt sie auf. Sie besteht deshalb aus massivem Wolfram.

Versuchsergebnisse

Nach Programm sollte der zweite Prototyp auf Ende 1947 in Betrieb kommen. Der Erfinder des Eidophor-Verfahrens sollte das nicht mehr erleben. Professor FISCHER starb ganz unerwartet zwischen Weihnachten und Neujahr 1947. Seine Mitarbeiter verfolgten die von ihm gesteckten Ziele hartnäckig und mit Schwung weiter. Es dauerte bis in den Frühsommer 1948, bis die ersten Versuche unternommen werden konnten, die zeigten, dass noch sehr viel Arbeit zu tun blieb.

Optisches System

Das optische System funktionierte unbefriedigend. Die Einstellung der Schlierenoptik war ausserordentlich heikel, und es gelang nicht, den Zustand zu erreichen, dass bei voll eingeschalteter Projektionslampe und ebenem Eido-

phor der Bildschirm wirklich schwarz war. Die angestellten Experimente führten auf die schon früher erwähnte Erkenntnis der Rolle der Beugungsphänomene. Damit wurde mit einem Schlag eine ganz wesentliche Verbesserung erreicht: Der regelmässige Bildrastrer wirkt bei genauerer Betrachtung als Beugungsgitter. Das durch das Schlierenobjektiv von den Spalten entworfene Bild hat deshalb nach dem Durchgang durch das Eidophor-Relief den Charakter eines Beugungsspektrums. Die Vorstellung über die Funktion der Schlierenoptik wurde tiefgreifend beeinflusst, indem erkannt wurde, dass die Teilung der Schlitzabstände der Spaltblende diesem Beugungsspektrum angepasst werden musste. Nach der beugungsoptischen Vorstellung wird in der Ebene der Auffangbaren das Bild der Spaltblende durch die Eidophor-Deformation nicht mehr nach Massgabe der Deformationsamplitude verschoben (wie in Abb. 5b erläutert). Die hellen Partien des Beugungsspektrums liegen räumlich fest. Das Spektrum ändert aber seine Intensität in Abhängigkeit von der

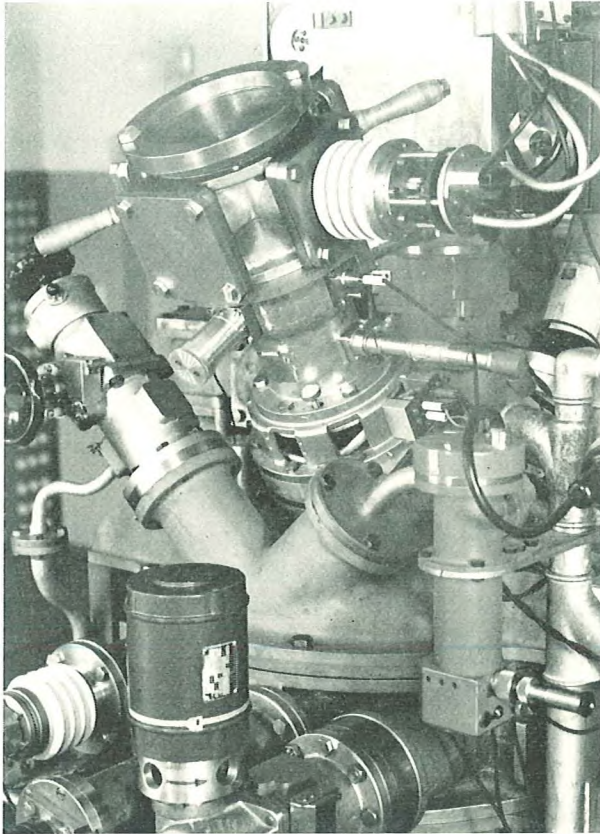


Abb. 17 Ansicht der Elektronenkanone des zweiten Modelles.

Amplitude des Beugungsgitters. Diese Erkenntnis ermöglichte, die Abbildungsqualität des Schlierenobjektivs wesentlich zu verringern. Die Auffangbarren konnten breiter gemacht werden als die Bilder der Spalten. Damit war einerseits ein kleiner Lichtverlust verbunden, andererseits gelang es nun mit Leichtigkeit, ein einwandfreies Dunkelfeld zu erzeugen. Die geometrisch langperiodischen Störungen auf der Eidophor-Oberfläche kommen bei dieser Anordnung in viel geringerem Masse zur Auswirkung als in der früheren Konstruktion. Diese Störungen erzeugen praktisch kein Beugungsspektrum. Wenn ihre Amplitude ein gewisses Mass nicht überschreitet, wird das durch sie ausgelenkte Licht von den verbreiterten Auffangbarren zurückgehalten.

Eidophor

Viel Geduld und zähe Arbeit forderte das Auffinden einer passend zusammengesetzten Eidophor-Flüssigkeit. Es gelang zunächst nicht, Substanzen und Zusammensetzungen zu finden, die während langer Betriebszeit störungsfrei bleiben. Nach einer gewissen Zeit veränderte sich die Öloberfläche in ihrer Zusammensetzung, was zu erheblichen Störungen führte. Die Unterseite des Eidophor-Trägers sowie die Abschlussplatten aus Glas, die den Lichtstrom in das Eidophor-Gefäss eintreten und austreten lassen, beschlugen sich nach verhältnismässig kurzer Zeit mit Öldämpfen. Das störte die optische Abbildung; die Bilder wurden diffus und neblig.

Immerhin gelang es mit diesem Modell, während einer Dauer von etwa zwei Stunden wirklich einwandfreie Bilder zu projizieren. Der Projektor wurde im August 1948 zum erstenmal öffentlich demonstriert. Auf Veranlassung von Prof. FISCHER fand damals in Zürich eine Internationale Fernsehtagung statt, an der er nicht mehr teilnehmen konnte. Alle Fachleute waren über die erzielte Bildqualität erstaunt.

Als Schlussresultat ergab sich jedoch die Erkenntnis, dass der Projektor in jener Form praktisch noch nicht anwendbar war. Neben den Dimensionen des Apparates waren auch schwerwiegende Funktionsmängel entscheidend. Es gelang zum Beispiel nicht, die Beschlagsbildung in genügendem Masse zu dämmen.

Dritter Prototyp

Damit beginnt ein weiterer Abschnitt in der Entwicklung des Eidophor-Verfahrens. Es erhob sich die Frage, ob es gerechtfertigt sei, einen weiteren Prototyp zu bauen. Die Geldmittel, die dazu nötig waren, konnten nicht so leicht aufgetrieben werden. Es war für die Aussenstehenden schwer zu begreifen, dass hinter einer Idee, die der erfolgreichen Auswertung soviel Widerstand bot, wirklich etwas Gutes stecke. Glücklicherweise waren die neuen Vorschläge für den weiteren Entwicklungsweg, die aus dem Arbeitsteam des Institutes stammten, derart überzeugend, dass es doch gelang, weiterzuarbeiten.

Funktionsprinzip

Dem dritten Prototypen lagen die folgenden Gedanken zugrunde: Um die Beschlagsbildung zu vermeiden, wurde das optische System umdisponiert. An Stelle einer Durchsichtsoptik trat eine Reflexionsoptik (Abb. 18). Das Schlierenobjektiv wurde durch einen Hohlspiegel ersetzt, der das Barrensystem in sich selbst abbildete. Es ist jetzt unter 45° zur optischen Achse des Spiegels ausgerichtet und besteht aus einer Anzahl Spiegelstreifen. Wenn die Oberfläche des Hohlspiegels, der zugleich auch Eidophor-Träger ist, glatt und eben ist, werden diese Spiegelstreifen in sich selbst abgebildet. Das Licht, das aus der Bogenlampe über die Spiegelstreifen auf den Hohlspiegel gelangt, wird wieder in die Bogenlampe zurück reflektiert. Durch die Lücken zwischen den Spiegelstreifen fällt kein Licht, der Projektionsschirm bleibt dunkel.

Wird auf dem Hohlspiegel die Eidophor-Flüssigkeit ausgebreitet und wird in genau gleicher Weise wie früher mit Elektronen ein Relief auf die Oberfläche des Eidophors geprägt, so ändern die Verhältnisse. Die nun entstehenden Beu-

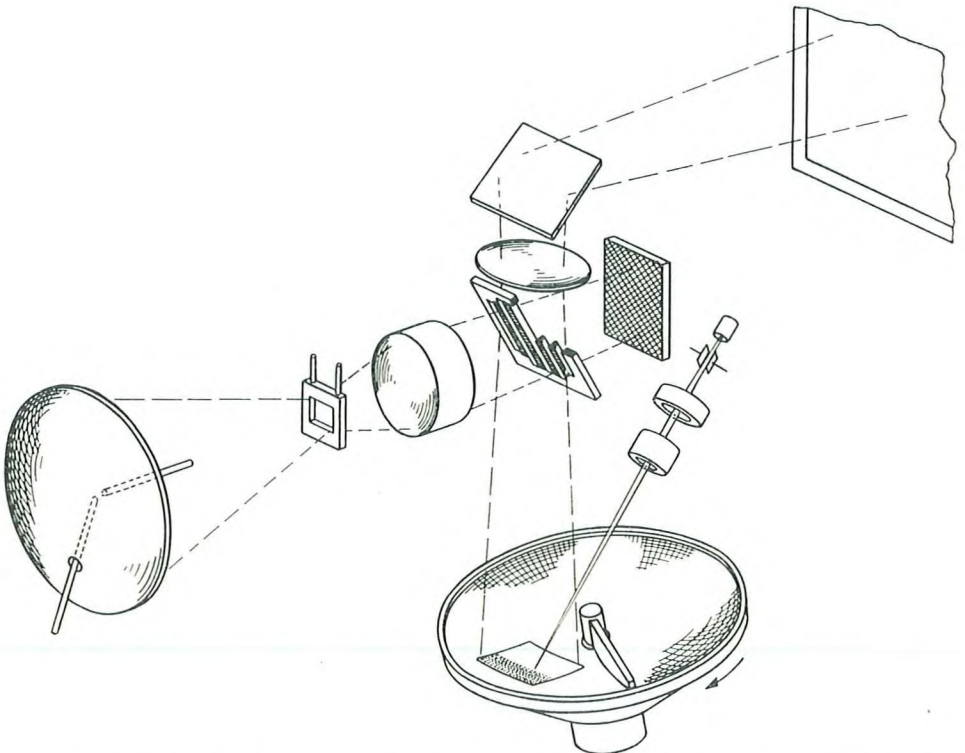


Abb. 18 Prinzipskizze des dritten Projektormodells. Die optische Anordnung ist gegenüber den frühern Versuchen grundlegend umgestaltet. An Stelle der Durchsichtsoptik wird eine Reflexionsoptik eingeführt. Der Eidophor-Träger hat die Gestalt eines Hohlspiegels, der die Funktion des Schlierenobjektivs übernimmt. Weitere Angaben finden sich im Text (vgl. S. 35 bis 37). (Nach dem Original.)

gungsspektren fallen in die Lücken zwischen die Spiegelstreifen, und auf diese Weise kann Licht auf den Projektionsschirm gelangen.

Die Vorteile der Anordnung sind einleuchtend. Durch die Verwendung der Reflexionsoptik konnte die Baulänge der Apparatur halbiert und durch die Berücksichtigung der Beugungsoptik noch weiter verkürzt werden: Die Anforderungen an die Abbildungsqualität des Hohlspiegels lassen sich stark reduzieren, wenn man für eine entsprechende Verbreiterung der Auffangblenden sorgt. Die Verbreiterung wird erreicht, indem die Spiegelstreifen des Barrensystems auf beiden Seiten schwarze Ränder tragen, die kein Licht reflektieren. Das neue Projekt liess sich dimensionsmässig in einer Grösse halten, die vergleichbar ist mit einem ganz gewöhnlichen 35-mm-Projektor. Das war ein vielversprechender Ausblick für die spätere praktische Verwertung. Der Hohlspiegel brachte noch den weiteren Vorteil einer guten Kühlmöglichkeit; er dient ja auch als Eidophor-Träger.

Während im zweiten Prototyp viele Glasflächen im Lichtkanal der Schlierenoptik vorhanden waren, weist die Neuordnung überhaupt keine mehr auf. Das versprach eine wesentliche Steigerung des Bildkontrastes.

Bau und Erfahrungen

Mit sehr bescheidenen Geldmitteln wurde im Winter 1948/49 mit dem Bau des dritten Modelles begonnen. Leider konnten damals die Arbeiten nicht mit der grösstmöglichen Schnelligkeit ausgeführt werden, da die dazu nötigen Mittel fehlten.

Ende des Jahres 1950 war das neue Modell betriebsbereit. Erfreulicherweise funktionierte es auf Anhieb ausgezeichnet und erfüllte beinahe alle Erwartungen. Die Bildqualität war sehr gut, und namentlich war der Kontrastumfang, der bewältigt werden konnte, tatsächlich erstaunlich gross. Es waren noch nicht alle Schwierigkeiten überwunden; die Eidophor-Substanz machte beispielsweise nach wie vor Sorgen. Eine Eidophor-Flüssigkeit zu finden, die während einer genügenden Betriebsdauer brauchbar blieb, gelang nicht.

Mit den Erfolgen des letzten Modells konnte gezeigt werden, dass das Eidophor-Verfahren einerseits funktionstauglich ist und dass es andererseits möglich ist, eine Apparatur von vernünftiger Grösse zu bauen (Abb. 19).

Zusammenarbeit mit der Industrie

Die leitenden Organe der Gesellschaft zur Förderung der Forschung an der ETH waren der Meinung, dass die nächste Entwicklungsstufe nicht mehr von der Abteilung für industrielle Forschung allein getragen werden könne. Die bisherigen Erfahrungen zeigten, wie eben erwähnt, genügend Aussicht auf einen endgültigen industriellen Erfolg. Das Engagement der Industrie drängte sich deshalb auf. Es war aber nicht leicht, einen geeigneten Partner zu finden, der neben der fachlichen Eignung auch genügend Begeisterung und Widerstandskraft für den Schlusskampf hatte. Glücklicherweise fand sich in der Firma

Dr. Gretener AG (heute Gretag) die geeignete Stelle. Amerikanische Kreise der Filmindustrie (Twentieth Century Fox Film Corp.) zeigten ebenfalls grosses Interesse an der Weiterverfolgung des Projektes. Im Jahre 1951 wurde deshalb mit der Firma Dr. Gretener AG ein Lizenzvertrag abgeschlossen, wonach die kommerzielle Auswertung des Verfahrens diese Firma übernehmen sollte. Die Abteilung für industrielle Forschung hielt sich bereit, im Rahmen ihrer Möglichkeiten mitzuhelfen.

Es galt nun einen Projektor zu schaffen, der verkaufsreif war. Das bedeutete ein grosses Arbeitspensum. Neben den eigentlichen Industrialisierungsaufgaben waren noch einige grundsätzliche Probleme übrig geblieben. Die Schwierigkeiten, die die Eidophor-Flüssigkeit immer noch machte, wurden erwähnt. Für den praktischen Betrieb war dies eine entscheidende Frage. Die Firma Dr. Gretener AG fand recht bald eine Lösung: Durch den Einbau eines Vorratsreservoirs und eines Zwangsumlaufs, bei dem der Eidophor-Wechsel durch eine Pumpe gesteuert wird, konnten die Mängel überwunden werden. Es gelang mit diesem Verfahren, die Eidophor-Schicht auf dem Träger während des Betriebes bis auf den Grund laufend zu erneuern. Abschätzungen zeigten, dass Lebensdauern von einigen tausend Stunden erreichbar sein sollten.

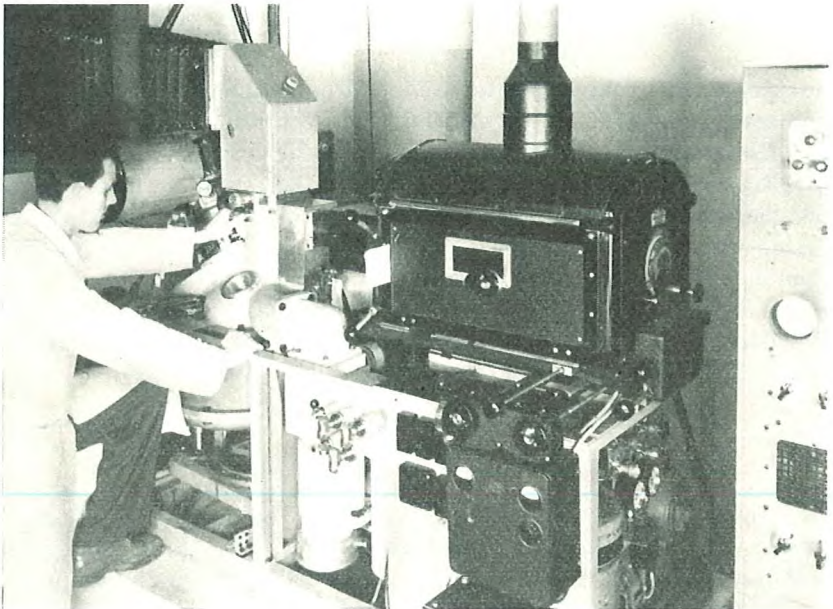


Abb.19 Ansicht des fertig montierten dritten Projektormodelles. Die Bogenlampe, die rechts sichtbar ist, beansprucht mehr Platz als das eigentliche Eidophor-System. Im Gehäuse links ist der Hohlspiegel und das Barrensystm, das jetzt aus Spiegelstreifen besteht, untergebracht.

Einführung der farbigen Bildwiedergabe

Der amerikanische Interessent sowohl wie die Firma Dr. Gretener AG legten von Anfang an sehr grosses Gewicht auf die farbige Wiedergabe der Fernsbilder. Dieses Problem wurde in jener Zeit auch in den Kreisen der Heim-Fernsehtechnik eifrig diskutiert. Alles war noch im Fluss. Man hatte sich noch nirgends auf ein bestimmtes System der Farbwiedergabe geeinigt.

Das Sequenzverfahren

Für das Eidophor-Verfahren wurde deshalb ein Farbwiedergabe-System gewählt, das sich besonders gut den charakteristischen Eigenschaften desselben unterordnete: das sogenannte Sequenzverfahren.

Das farbig wiedergegebene Fernsbild besteht bei allen bekannten Methoden aus drei Teilbildern, die überlagert sind: dem Grün-, Rot- und Blauauszug. Beim Sequenzverfahren werden diese drei Teilbilder zeitlich nacheinander auf den Schirm projiziert. Der Trägheitseffekt des Auges sorgt für eine Vermischung des Eindruckes; ein Beobachter glaubt, er sehe die drei Teilbilder gleichzeitig. Damit bei der Übertragung von bewegten Bildern keine Farbauspaltung stattfindet, das heisst dass die Teilbilder nicht einzeln sichtbar werden können, muss die zeitliche Sequenz genügend rasch sein. In Anlehnung an amerikanische Muster werden bei diesem Verfahren innerhalb einer fünfzigstel Sekunde die drei Farbauszüge reproduziert, allerdings nicht mit der vollen Zeilenzahl. Nach der Methode des Zeilensprungverfahrens werden wechselweise nur die ungeraden und die geraden Zeilen gezeigt.

Die ersten Versuche verliefen nach gewissen Anlaufschwierigkeiten durchaus positiv. Es wurden Bildqualitäten erreicht, die bezüglich der Farbe sehr gute Leistungen darstellten. Die gleichen Ergebnisse zeigten auch Demonstrationsversuche, die in New York durchgeführt wurden.

Leider ist das Sequenzverfahren mit Nachteilen behaftet. Die Ausnutzung des Fernsehübertragungskanal ist schlecht. Das Farbsignal beansprucht die dreifache Bandbreite des entsprechenden Schwarzweiss-Signales. Diese Forderung bedeutet eine grosse Schwierigkeit, wenn es darum geht, Sequenzfarbsignale über grosse Distanzen zu übertragen. Der geplante Einsatz des Verfahrens schien aber der Entwicklung in dieser Richtung genügend Freiheit zu lassen.

Die nun folgende Entwicklungsperiode galt dem Bestreben, einen Projektor zu bauen, der im Kinobetrieb Verwendung finden konnte. Die technischen Anforderungen an dieses Gerät waren sehr hoch veranschlagt. Neben der grossen Lichtleistung, die nötig war, um die Leinwand der grössten Kinotheater auszu-leuchten, stand das Bedürfnis nach einer extrem hohen Bildauflösung im Vordergrund. Auf Grund der Demonstrationsversuche, die man mit dem letzten an der Abteilung für industrielle Forschung gebauten Modell gesammelt hatte, wurde nun eine Kinomaschine entworfen und gebaut. Ihre Erprobung war, was die eigentlichen Eidophor-Probleme betraf, durchaus erfolgreich. Es zeigten sich andere Schwierigkeiten, die mit dem damaligen Stand der Technik nicht zu

überwinden waren. Das früher erwähnte Übertragungsproblem begann eine ernsthafte Rolle zu spielen. Es erwies sich als praktisch nicht durchführbar, Übertragungskanäle zu bekommen, die die nötige Bandbreite und Qualität aufwiesen. Obschon das Eidophor-Verfahren die technisch grösstmögliche Auflösung, das heisst Bildschärfe, wiedergeben konnte, waren die Kinofachleute nicht ganz zufrieden. Das betraf kein spezifisches Eidophor-Problem, sondern eine Grundfrage der allgemeinen Fernsehtechnik. Die zur Verfügung stehenden fernsehtechnischen Übertragungsmittel reichen nicht aus, um den vollen Informationsinhalt, der in einem 35-mm-Film steckt, nach dem Sequenzverfahren farbig übertragen zu können.

Der Projektor ist das letzte Glied einer kompliziert aufgebauten Kette. Am Anfang steht die Fernsehaufnahme-Kamera. Schon die technische Qualität der Fernsehsignale, die eine solche Kamera liefern konnte, war ungenügend. Alle Kreise setzten aber Hoffnungen in die weitere Entwicklung. Zu jener Zeit wurden namentlich in Amerika grösste Anstrengungen für die Einführung des Farb-Heimfernsehens gemacht.

Während der gleichen Zeitperiode bahnte sich dazu in der Kinotechnik eine Entwicklung an, die den Problemkomplex noch schwieriger machte. Es wurden die sogenannten Breitleinwandbilder eingeführt. Dies bedeutete eine entsprechende Vermehrung der im Bild enthaltenen Information. Wenn die Fernsehtechnik schon das normale Bildformat nicht voll übertragen konnte, war es erst recht nicht möglich, das Breitleinwandbild zu übertragen.

Das Simultanverfahren

Einen Ausweg, oder wenigstens eine Verbesserung, versprach das sogenannte Simultanverfahren der Bildwiedergabe. Wie der Name andeutet, werden nach dieser Methode die drei Farbauszüge gleichzeitig auf die Leinwand projiziert. Übertragungstechnisch hat diese Methode grosse Vorteile aufzuweisen.

Das Aufspalten des farbigen Bildes in die Farbauszüge ist eine physikalische Sache, die den physiologisch-psychologischen Forderungen, die ein Betrachter der Bilder stellt, nicht gut angepasst ist. Der Betrachter eines farbigen Bildes wird den Eindruck, den er von einer Einzelfarbe hat, niemals durch den Rot-, Blau- und Grüngelb der Farbe ausdrücken. In unserer Umgangssprache sind es die Qualitäten der Helligkeit, des Farbtones und der Sättigung, die er unterscheiden wird. Eine nähere Untersuchung zeigt, dass an die drei physiologischen Qualitätsmerkmale einer Farbe nicht die gleichen Auflösungsansprüche gestellt werden. Während wir Helligkeitsverteilungen auf einem Bild in feiner Auflösung zu beurteilen vermögen, gilt das nicht mehr für Farbton- und Sättigungsverteilung über das Bild.

Das Simultanverfahren benutzt nun diese Tatsache, um ein Übertragungssystem aufzubauen, das viel ökonomischer arbeitet als das einfachere Sequenzverfahren. Nur die Helligkeitsinformation des Bildes wird mit der vollen Bandbreite übertragen. Die Sättigung und der Farbton erhalten stark reduzierte Bandbreiten. Zudem gelingt es noch, diese letztgenannten zusätzlichen «Farb-

informationen» in das Frequenzband des Helligkeitssignales einzuschmuggeln. Ein genaues Studium zeigt, dass das Frequenzband des Helligkeitssignales nicht voll ausgenützt wird. Das hängt damit zusammen, dass das übertragene Fernsehbild in grossen Partien unverändert bleibt oder sich wenigstens zeitlich nur ganz langsam ändert. Das bedeutet für das Fernsehsignal, dass nicht benutzte oder nur ganz schwach benutzte Teile im Frequenzband vorhanden sind. In diese Frequenzlücken werden nun die Sättigungs- und Farbtonsignale eingeschachtelt. Praktisch wird das durchgeführt, indem am Anfang einer Übertragungsleitung eine Codierungseinrichtung eingeschaltet wird, die das Fernsehsignal für die elektrische Übertragung in zweckmässiger Weise umformt. Auf der Empfangsseite sorgt eine Decodierungsanlage für die Rückwandlung des Signales in diejenige Form, wie sie der Fernsehpfänger braucht.

Das Simultanverfahren gestattet, die Übertragung eines Fernsehbildes im gleichen Frequenzband zu bewerkstelligen, wie es ein Schwarzweissbild nach den heutigen Normen braucht. Es ist einleuchtend, dass dies ein wirtschaftlich stark ins Gewicht fallender Vorteil ist. Um das Eidophor-Verfahren für die Wiedergabe von farbigen Fernsehbildern nach der heute üblichen Technik zugänglich zu machen, muss aber ein Simultanprojektor zur Verfügung stehen. Die diesbezüglichen Arbeiten sind heute noch im Gang. Ein Vorläufermodell war schon einmal im Betrieb; es wird noch einige Zeit brauchen, bis alle Probleme gelöst sein werden.

Auch für das Simultanverfahren sind die Probleme der Aufnahmekamera von gleichem Gewicht wie beim Sequenzverfahren. Der heutige Stand der Technik ist noch unbefriedigend. Die erreichten Resultate reichen knapp, um den Bedürfnissen des Heimfernsehens gerecht zu werden. Die höhern Ansprüche der Fernseh-Grossprojektion können noch nicht bewältigt werden.

Der Kleinprojektor

Die Erfahrungen, die mit dem Bau des grossen Kinotheatermodells gesammelt wurden, sollten nun andere Früchte tragen.

Die sichere Handhabung der Eidophor-Technik liess es als aussichtsreich erscheinen, einen sogenannten Kleinprojektor zu schaffen. Die Lichtleistung dieses Modelles ist nicht so gross wie bei der Theaterausführung. Sie reicht aber aus, um mittlere Kinotheater, zu denen auch die grössten in der Schweiz vorhandenen zu zählen sind, zu bedienen.

Darüber hinaus konnte ein kleineres Gerät die Verwendung der Fernseh-Grossprojektion auch ausserhalb des eigentlichen Kinobetriebes ermöglichen. Das Bedürfnis zur Förderung dieser Belange war gross, nachdem es sich gezeigt hatte, dass eine allzu einseitige Konzentration auf das Kinofernsehen unbefriedigend war. Die grossen Anstrengungen von seiten der amerikanischen Partner für die Förderung des Kinofernsehens wurden dadurch nicht entwertet.

Der Entschluss zum Bau des Kleinprojektors brachte frischen Wind in das ganze Unternehmen. Der Leiter der damaligen Firma Dr. Gretener AG, Dr. EDGAR GRETENER, setzte sich, zusammen mit seinen Mitarbeitern, mit Energie,

Eifer und Können hinter die Aufgabe. Das brachte schon nach erstaunlich kurzer Zeit Erfolg. Der Kleinprojektor bestand, kaum zusammengesetzt, die erste Feuerprobe in einer öffentlichen Demonstration im Kino Rex in Zürich (Abb. 20 und 21). Leider war es auch Dr. GRETENER nicht vergönnt, die Weiterentwicklung selber zu führen. Er starb unerwartet früh im Herbst 1958.

Eigenschaften des Kleinprojektors

Im Kleinprojektor sind eine Reihe von technisch bedeutsamen Verfeinerungen und Weiterentwicklungen enthalten. Das optische System wurde verbessert. Bei den frühern Anordnungen geht die Hälfte des Lichtstromes der

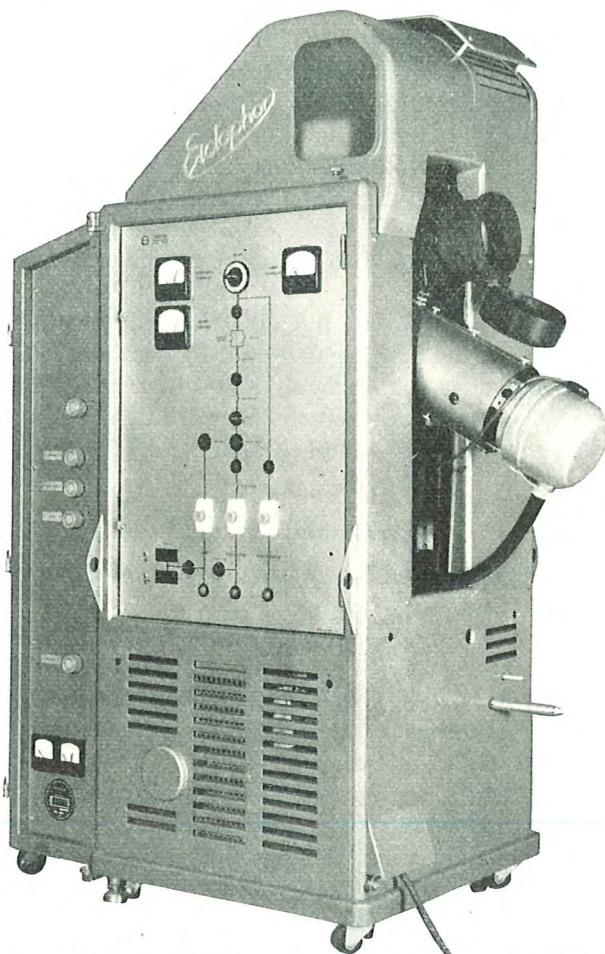


Abb. 20 Ansicht des betriebsbereiten Klein-Eidophors. Der rechts sichtbare, herausragende Teil enthält die Elektronenkanone. Darüber ist das Projektionsobjektiv sichtbar. Auf der linken Seite sind alle für den Betrieb nötigen Bedienungsknöpfe untergebracht. Soviele als möglich wurde automatisiert, so dass die Handhabung des Gerätes einfach wird.

Bogenlampe verloren, da das Spaltsystem die Hälfte des ausgeleuchteten Querschnittes bedeckt. Mit der neuen Lösung gelingt es, durch eine geschickte Anordnung der Spiegelstreifen des Barrensystemes die Verhältnisse günstiger zu gestalten. Von der Bogenlampe aus gesehen, füllen die reflektierenden Spiegelstreifen beinahe den ganzen Querschnitt aus, währenddem vom Hohlspiegel aus gesehen, die für den Lichtdurchtritt zum Projektionsobjektiv nötigen Spalten wirksam sind (Abb. 25). Diese lichttechnische Verbesserung wurde mit einer ganz wesentlichen Vereinfachung verbunden, in der Art und Weise des Aufbringens der für den Aufbau des Eidophor-Reliefs nötigen Ladungen. Das alte System benutzte dazu, wie früher erwähnt, das Pilgerschrittverfahren. Es war mit dem grossen Nachteil behaftet, dass die Grösse des Elektronenflecks auf der Eidophor-Oberfläche kleiner sein musste als die Grösse eines Bildpunktes.

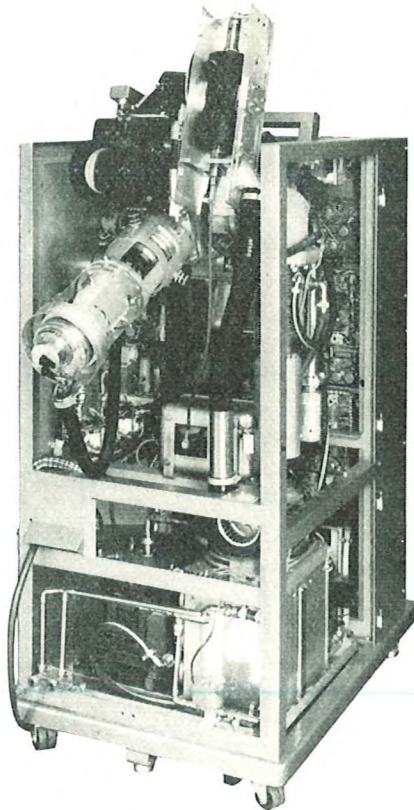


Abb. 21 Kleinprojektor ohne Verschaltung. In der untern Etage sind Hilfsaggregate, wie Thermostat, Kühlmaschine usw., untergebracht. Der Eidophor-Träger ist senkrecht angeordnet. Die grosse Viskosität der Eidophor-Flüssigkeit gestattet diese Lösung. Oben rechts ist die Xenonlampe angebracht.

Das neue Verfahren arbeitet nach andern Prinzipien. Es sei daran erinnert, dass als wichtige Grundforderung die gleichmässige Beladung der Eidophor-Oberfläche erfüllt sein muss. Nach dem neuen Modulationsverfahren wird der Elektronenstrahl, je nach der gewünschten Ladungsdichte, mehr oder weniger fokussiert oder defokussiert. Soll kein Relief entstehen, so wird der Elektronenstrahl defokussiert, das heisst die Elektronen fallen auf einen verhältnismässig grossen Fleck. Die Folge davon ist, dass, zusammen mit der zeitlichen Wanderung dieses Fleckes, die Eidophor-Oberfläche gleichmässig mit elektrischer Ladung bedeckt wird. Soll an irgendeiner Stelle der Zeile mehr Ladung deponiert werden, wird der Elektronenfleck in einem entsprechenden Mass fokussiert. Auch bei gleichbleibender Intensität des Elektronenstrahles wird die pro Fläche- und Zeiteinheit deponierte elektrische Ladung entsprechend grösser.

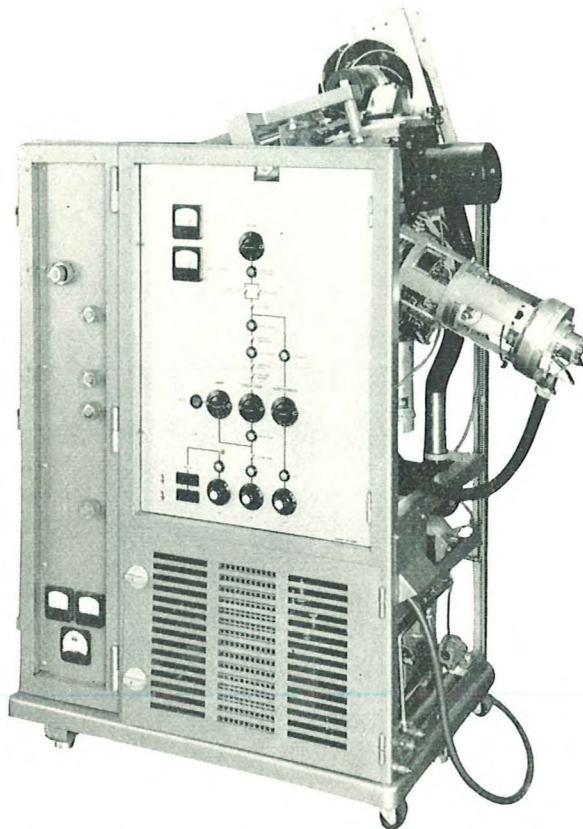


Abb. 22 Kleinprojektor, der für Farbbilder nach dem Sequenzverfahren eingerichtet ist. Oberhalb des Projektionsobjektivs ist das Farbrad sichtbar. Ihm fällt die Aufgabe zu, in zeitlich rascher Folge die drei Farbauszüge rot, grün und blau zu erzeugen.

Das neue Verfahren verlangt auch eine Umstellung der Schlierenoptik. Das Spaltsystem ist nicht mehr senkrecht zu den Zeilen des Fernsehbildes angeordnet, sondern parallel dazu. Das Reliefbild, das entsteht, gleicht in einem gewissen Mass der Oberfläche einer Schallplatte. Die Bildinformation der einzelnen Fernsehzeilen wird durch den Elektronenstrahl in die Eidophor-Oberfläche zeilenweise «eingraviert» (Abb. 27).

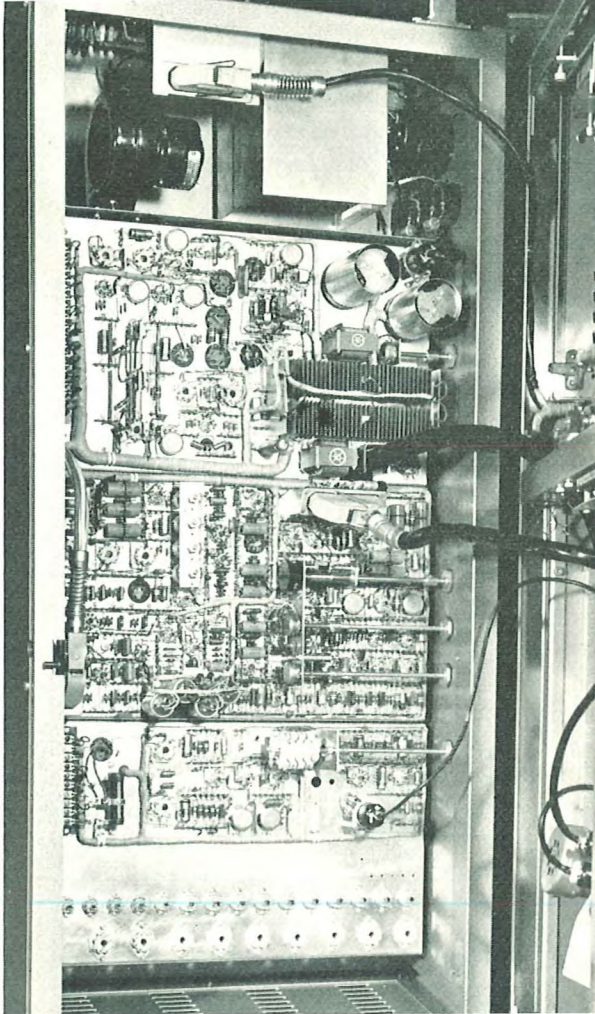


Abb. 23 Ansicht der elektronischen Ausrüstung des Klein-Eidophors. Verglichen mit dem Aufwand, der für die frühern Modelle nötig war, ist diese Ausrüstung sehr bescheiden. Umfangmässig ist sie nicht mehr viel grösser als die Elektronik, die in einem Heim-Fernsehempfänger enthalten ist.

Die Lichttechnik hatte in der Zwischenzeit Fortschritte gemacht. Die neuen gasgefüllten Xenonlampen weisen Leistungen auf, die für den Betrieb des Kleinprojektors durchaus genügen. Ihre Anwendung bedeutet betriebliche Vereinfachungen, und konstruktiv gestattet sie eine willkommene Raumersparnis (Abb. 24).

Die in der Zwischenzeit gesammelten Erfahrungen über das Verhalten der Eidophor-Flüssigkeit führten zu einer vollständigen Überwindung der früher erwähnten Schwierigkeiten. Der Kleinprojektor enthält das schon kurz erwähnte Ölumlaufsystem, das für eine lange Benützungsdauer der Eidophor-Flüssigkeit Gewähr bietet. Es gelang den Konstrukteuren, auch die Fesseln des Kühlwasseranschlusses abzuwerfen; die heutigen Modelle brauchen keinen Wasseranschluss mehr.

Der Klein-Eidophor trägt so deutlich sichtbare Merkmale der ausgereiften industriellen Fertigung und Konstruktion (Abb. 20 bis 26).

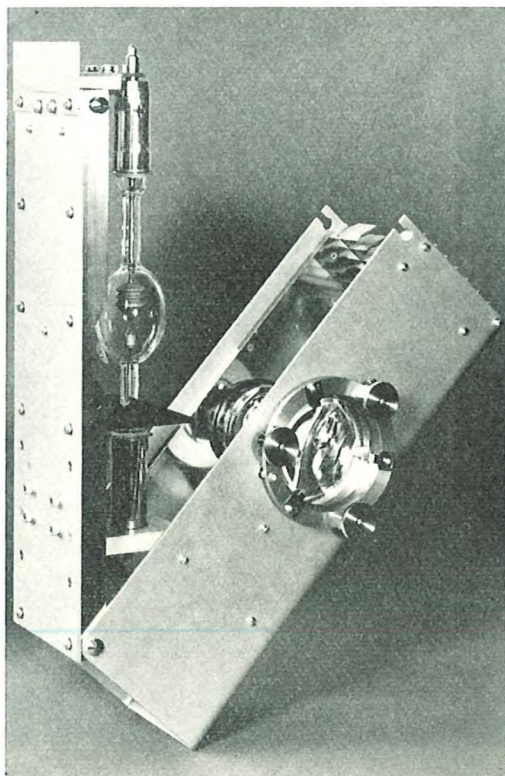


Abb. 24 Ansicht der Xenonlampe. Der nach rechts aufgeklappte Teil enthält die Beleuchtungsoptik. Diese Lichtquelle bedeutet für den Betrieb des Projektors einen wesentlichen Fortschritt, verglichen mit dem umständlichen Betrieb einer Kohlenbogenlampe.

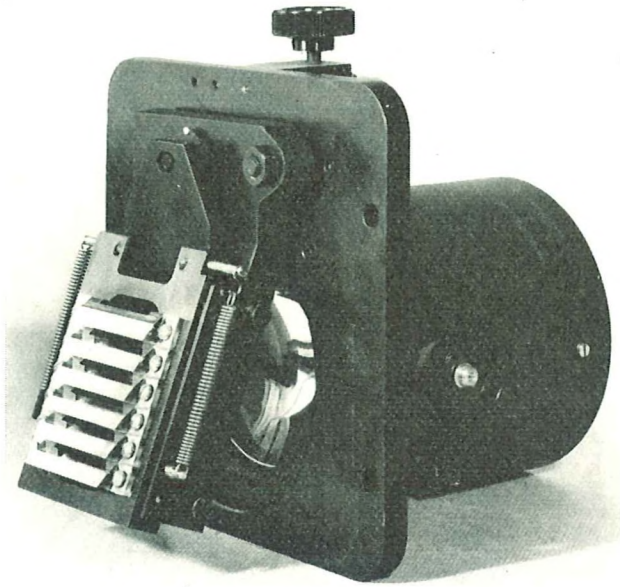


Abb.25 Ansicht des Spiegelbarrens-systems und des Projektionsobjektivs. Das Licht der Xenonlampe fällt von oben auf die Spiegelstreifen. Der Eidophor-Träger befindet sich links von der Abbildung. Die im Text erwähnte Verbesserung des optischen Wirkungsgrades durch die Anordnung der Spiegelstreifen lässt sich hier gut sehen.

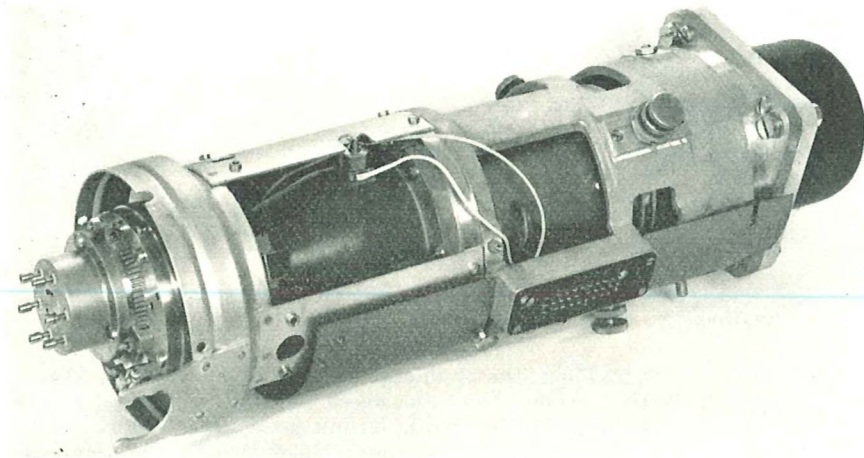


Abb. 26 Elektronenkanone des Klein-Eidophors. Verglichen mit der früheren Lösung (Abb. 4) sind die Spuren der technischen Weiterentwicklung augenfällig.

In der praktischen Verwendung hat sich das Gerät gut bewährt. Die Firma Ciba, die der Gretag nahesteht, hat zwei Demonstrationsequipen mit Projektoren ausgerüstet, wovon eine in Amerika und die andere in Europa tätig ist. In zahlreichen Demonstrationen, die hauptsächlich Wissenschaft, Forschung und Unterricht betrafen, ist das Eidophor-Verfahren einem grossen Kreis von Betrachtern zugänglich gemacht worden.

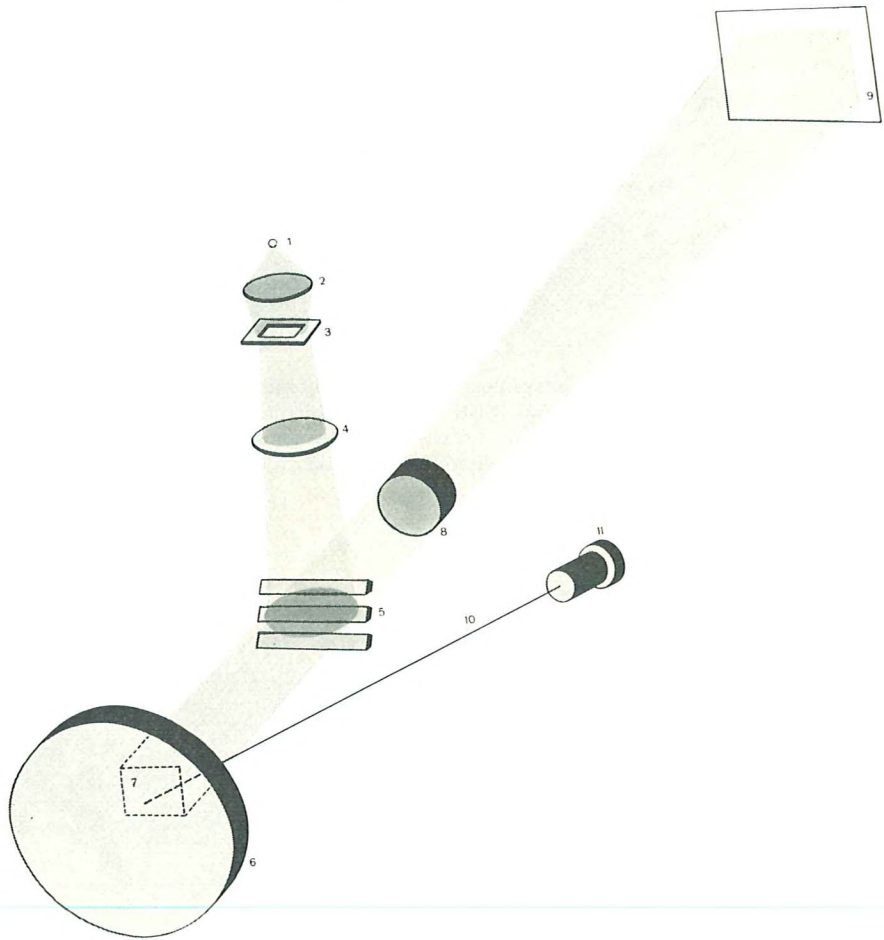


Abb.27 Schematische Darstellung des Strahlenganges im Klein-Eidophor. Die Grundelemente sind gleich wie beim dritten Modell, das durch die Abteilung für industrielle Forschung gebaut wurde (vgl. Abb.18). Neu ist die Modulationsart (Defokussierungsmodulation) und die dadurch bedingte Änderung der schlierenoptischen Anordnung.

- 1 Lichtquelle 2 Kondensator 3 Bildfenster 4 Linse 5 Spiegelbarren 6 Hohlspiegel
 7 Bildträger (Eidophor) 8 Projektionsobjektiv 9 Bildschirm 10 Elektronenstrahl
 11 Elektronenkanone

Da die Umstellung von einer schwarzweissen auf eine farbige Wiedergabe der Fernsehbilder nach dem Sequenzverfahren verhältnismässig leicht durchführbar ist, ist die Equipe für beides ausgerüstet (mit Ausnahme der Aufnahmekamera).

Schlusswort

Damit sind wir in den Aufzeichnungen bei der Gegenwart angelangt. Die bisherige Entwicklungsgeschichte des Eidophor-Verfahrens hat rund zwanzig Jahre gedauert. Sie ist noch nicht am Ende; der Kampf geht weiter. Wie bei allen bedeutenden technischen Neuerungen enthält die Vergangenheit Perioden der Hoffnungen und Begeisterung und solche der Enttäuschung und der Niedererschlagenheit.

Während der vergangenen zwanzig Jahre konnte dem Eidophor-Prinzip kein anderes Verfahren an die Seite gestellt werden, das ihm ebenbürtig wäre. Neuere Anstrengungen beschäftigen sich mit sogenannten Lichtverstärkern. Es wird dabei die Erscheinung der Elektrolumineszenz ausgenutzt. Wenn gewisse Halbleitersubstanzen unter elektrische Spannung gesetzt werden, beginnen sie zu leuchten. Man hofft, durch eine passende Steuerung, mit diesem Effekt Fernsehbilder erzeugen zu können. Die bisherigen Resultate sind noch bescheiden, und es ist keineswegs sicher, ob sie je erfolgreich sein können.

Die Grundpatente für das Eidophor-Verfahren sind abgelaufen. Es ist darum nicht erstaunlich, wenn auch an andern Stellen das Verfahren aufgegriffen wird. Uns bleibt der Vorteil des Vorsprungs, dessen Nutzung aber Tüchtigkeit voraussetzt.

Es scheint, dass der Verwirklichung der genialen Idee von Prof. FISCHER keine Schwierigkeiten erspart bleiben. Auch die wirtschaftliche Ausnutzung des Verfahrens braucht grosse Anstrengungen, um sich durchzusetzen. Die Fernsehtechnik hat sich seit dem Jahre 1939 gewaltig entwickelt. Gewisse Richtlinien haben sich ausgebildet, und da der Grossprojektor während diesem Prozess fehlte, darf man nicht erwarten, dass ihm heute ein leicht zugänglicher Platz reserviert geblieben ist. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass das Eidophor-Verfahren auch in der Praxis seinen Weg machen wird. Es handelt sich um ein neuartiges Gerät. Die Anwendungsmöglichkeiten sind noch nicht alle aufgedeckt, und es ist wohl zu erwarten, dass der Haupterfolg auf Gebieten liegen wird, die der heutigen Fernsehtechnik verschlossen geblieben sind und darum zuerst neu aufgespürt werden müssen.

Die Entwicklungsarbeiten waren, wie wir wissen, kompliziert und langwierig. Sie wären nicht erfolgreich gewesen, wenn nicht dauernd eine Gruppe von tüchtigen Leuten ihr Bestes beigetragen hätte. Ein grosser Teil der Arbeiten wurde an der Abteilung für industrielle Forschung durchgeführt. Der Anteil, den eine bedeutende Zahl von tüchtigen Mitarbeitern geleistet hat, ist gross. So stammen namentlich manche schöpferischen Ideen von ihnen, die den Erfolg

erst möglich gemacht haben. Diese Feststellung schmälert die Verdienste des Pioniers, Prof. FISCHER's, in keiner Weise. Er hat die Entwicklung angefangen, andere haben sie aufgenommen und weitergeführt.

In der zweiten Phase war es die Firma Gretag. Ihrem früheren Leiter, Dr. EDGAR GREENER, verdankt das Eidophor-Projekt sehr viel. Vor allem hat er es durch seine dynamische Entschlusskraft verstanden, das Interesse nie erlahmen zu lassen.

Die Firma Ciba hat in uneigennütziger Weise, aus der Erkenntnis der Bedeutung des Eidophor-Verfahrens, mit ihrer Förderung ganz Wesentliches beigetragen; sie hat auch den Einsatz von grossen Mitteln nicht gescheut. Der oberste Leiter des Unternehmens, Dr. h. c. ROBERT KÄPPEL, gehört zu jenen, die mit ihrem Verständnis und mit dem Glauben an den Erfolg die Hauptstützen für die Gegenwart und die Zukunft sind.

Die in der Einleitung aufgezeichnete Vision von Prof. FISCHER ist auf dem Wege, sich zu erfüllen. Er hat gute Pionierarbeit geleistet. Das Eidophor-Verfahren zur Fernseh-Grossprojektion ist der einzige, aber dafür ein wesentlicher Beitrag der Schweiz zur Entwicklung der Fernsehtechnik geblieben. Der Eidophor ist heute ein weltweit bekannter Begriff, der Eingang in den Brockhaus gefunden hat. Für die Schweiz ist es eine wertvolle Tatsache, dass die wissenschaftliche und technische Leistung allein genügt hat, um den Ruf des Verfahrens zu begründen. Der wirtschaftliche Erfolg hat dabei keine Rolle gespielt. Die Qualität der Eidophor-Bilder dürfte auch dem strengen Urteil seines Schöpfers, Prof. FISCHER's, standhalten.

Die Entwicklungsarbeit war und ist ein Gemeinschaftsunternehmen von Hochschule und Industrie. Die Abteilung für industrielle Forschung arbeitet mit ungebrochener Intensität zusammen mit der Industrie weiter; neue Wege werden beschritten. Über die Resultate wird später zu berichten sein.

Literaturzusammenstellung betreffend Eidophor

- F. FISCHER (1940): Auf dem Wege zur Fernseh-Grossprojektion. Schweizer Archiv f. angew. Wissensch. u. Technik, Bd. 6, Heft 4.
- F. FISCHER und H. THIEMANN (1941/42): Theoretische Betrachtungen über ein neues Verfahren der Fernseh-Grossprojektion, 1.—4. Mitteilung. Schweizer Archiv f. angew. Wissensch. u. Technik, Bd. 7, Heft 1, 2, 11 und 12; Bd. 8, Heft 1, 5, 6, 7 und 10.
- W. AMREIN (1943): Über Qualitätsfragen der Fernseh-Grossprojektion. Schweizer Archiv f. angew. Wissensch. u. Technik, Bd. 9, Heft 10.
- H. THIEMANN (1947): Theoretische Studien über die Verwendung eines quasi-isolierenden Eidophors für die Fernseh-Grossprojektion (Dissertation). Schweizer Archiv f. angew. Wissensch. u. Technik, Bd. 13, Heft 5, 6, 7 und 8.
- H. THIEMANN (1948): La télévision à grand écran et le procédé de «l'eidophore». Onde Elec., 28, Nr. 10.

- F. FISCHER (1948): Gedanken über die Eignung der Kathodenstrahlröhre mit Fluoreszenzschirm für die Fernseh-Grossprojektion in Kinotheatern. Bulletin SEV, 39, Nr. 15.
- H. THIEMANN (1949): Fernseh-Grossprojektion nach dem Eidophor-Verfahren. Bulletin SEV, 40, Nr. 17.
- H. THIEMANN (1949): La télévision à grand écran et le système de l'«eidophore». Télév. Franç., 50.
- E. LABIN (1950): The Eidophor method for theatre television. J. Soc. Mot. Pict. Telev. Engrs., 54, Nr. 4.
- E. BAUMANN (1952): The Fischer Large Screen Projection System. J. Brit. Instit. Radio Engrs., 12, Nr. 2.
- F. MAST (1953): Beiträge zur Theorie des Eidophor-Verfahrens. Dissertation, ETH, Zürich.
- E. BAUMANN und E. GRETENER (1955/56): Das Eidophor-Verfahren zur Grossprojektion von Fernsehbildern. Elektrizitätsverwertung, 30, Heft 11/12.
- E. GRETENER (1958): Ein neuer Fernseh-Grossprojektor. NZZ, Beilage «Technik», 23. April 1958, Nr. 1169.
- CIBA (1959): Eidophor-Fernseh-Grossprojektion.
- W. JANSSEN und P. SACHS (1959): Die Fernseh-Grossprojektion mit dem Eidophor. Münchener Mediz. Wochenschrift, 101, Nr. 44.
- E. BAUMANN (1959): Die Anwendung des Eidophors im Rahmen des Lehrbetriebes. Münchener Mediz. Wochenschrift, 101, Nr. 44.
- CIBA (1960): Eidophor im Dienste von Unterricht und Wissenschaft.

