

GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER FORSCHUNG AUF DEM  
GEBIETE DER TECHNISCHEN PHYSIK AN DER E. T. H. (G. T. P.)

---

Einleitendes Referat von Prof. Dr. F. Fischer

anlässlich der Führung durch das Institut für technische Physik der E.T.H.

vom 23. September 1943

Vor etwas mehr als drei Jahren hat die Abteilung für industrielle Forschung des Institutes für technische Physik der E. T. H. (Afif) die Entwicklung der Fernsehgrossprojektion auf ihr Programm gesetzt. Sie hat dies getan, weil das Ausland, das bei der Entwicklung auf dem Gebiete des Fernsehens die grössten Anstrengungen gemacht hat, in bezug auf die Fernsehgrossprojektion zu keiner befriedigenden Lösung gekommen ist. Sowohl in Deutschland, als auch in Amerika wird der Weg beschritten, das Fluoreszenzbild auf dem Schirm einer Braun'schen Röhre, die speziell für Projektionszwecke gebaut und mit besonders hohen Spannungen betrieben wird, auf die Leinwand zu projizieren. Obschon man dabei als sogenannte reduzierte Bildpunktsleuchtdichte den unglaublich hohen Betrag von 1 Million Stilb erreicht, ist doch das Projektionsbild sehr lichtschwach. Man ist gezwungen, bei den Projektionsobjektiven sehr grosse optische Öffnungen ( $1 : 0,7$ ) anzuwenden und ausserdem auf einen Schirm zu projizieren, der das Licht nur in einen bestimmten engen Raumwinkel zurückwirft (Hohlspiegelschirm). Es braucht nicht besonders erwähnt zu werden, dass gerade der letztgenannte Punkt eine Einengung bedeutet, welche die Verwendung der Fernsehgrossprojektion für Kinotheater praktisch ausschliesst. Das Problem der Beschaffung des erforderlichen Projektionslichtstromes steht also im Ausland nach wie vor im Vordergrund.

Bevor ich auf die Technik der Afif-Fernsehgrossprojektion näher eingehe, möchte ich die Frage streifen: Was ist das wirtschaftliche Ziel der Fernsehgrossprojektion? Die Antwort ist kurz und einfach. Das Ziel ist die Ausrüstung der Kinotheater mit Fernsehgrossprojektoren. Die heutige Art des Vertriebes des bewegten Bildes ist mit der Briefpost zu vergleichen. Das Briefpapier und dessen Beschriftung, d. h. der Rohfilm und die Kopiarbeit kommt dabei sehr teuer zu stehen und kostet in Europa jährlich ca. 450 Millionen Franken. Dieser Betrag ist ein Teil der sogenannten Verleihkosten, die ca. 30 Prozent der Theaterereinnahmen ausmachen, währenddem auf die Filmproduktion nur 12 Prozent der Theaterereinnahmen entfallen. Der Vertrieb des bewegten Bildes durch die Fernsehgrossprojektion ist mit dem Telegraphen oder mit dem Telephon zu vergleichen. Wir unterscheiden kurz den Telekino und den Postkino. Denken wir uns vorübergehend in die Zeit zurück, in der die Post existiert hat, aber das Telephon noch nicht eingeführt gewesen ist und stellen uns die Aufgabe, die Wirtschaftlichkeit der Einführung des Telephons beurteilen zu müssen. Es wird einem nicht leicht fallen, die Wirtschaftlichkeit des Telephons durch die Einsparung von Briefpapier und Schreibarbeit zu belegen. Es muss bei der Prognose ein zusätzliches Gewicht in die Waagschale geworfen werden. Dieses Gewicht heisst: Das Tempo der Uebermittlung. Beim Telekino liegen in dieser Beziehung die Verhältnisse etwas günstiger, indem dort, wie bereits erwähnt, das «Briefpapier» verhältnismässig sehr kostspielig ist. Man kommt aber auch hier nicht auf die Rechnung und bedarf eines zusätzlichen Gewichtes, nämlich der Aktualität. Die Aktualität ist dabei nicht mit Gleichzeitigkeit zu verwechseln. Ich glaube nicht daran, dass die unmittelbaren Fernsehaufnahmen an Ort und Stelle des Ereignisses von grosser wirtschaftlicher Bedeutung sein werden. Dagegen scheint es mir wirtschaftlich interessant zu sein, einen Film des Ereignisses, der als Einzel-exemplar ein kostspieligeres Schnellentwicklungsverfahren verträgt, unmittelbar nach dessen Herstellung auf

elektrischem Wege einer grossen Zahl von Kinoteatern in mehrfacher Wiederholung zugänglich machen zu können. Zur Beleuchtung der Sachlage sei noch der Tonfilm herangezogen. Die Entwicklung des Tonfilmes ist anfänglich nur von einigen wenigen Firmen aufgenommen worden. Es hat damals Industrielle mit Namen gegeben, die dem Tonfilm jede Aussicht auf wirtschaftlichen Erfolg mit der Begründung abgesprochen haben, dass der Vorteil des Filmes gerade darin bestehe, dass er stumm sei. Diese Prognosen haben, wie Sie wissen, in der Folge revidiert werden müssen. Nun zurück zur Technik.

Die Afif hat zur Lösung des Problems der Fernsehgrossprojektion einen eigenen neuen Weg beschritten. Das die Helligkeit eines bestimmten Bildpunktes kennzeichnende elektrische Signal, welches je fünfundzwanzigstel Sekunde nur während der sehr kurzen Zeit von einer zehnmillionstel Sekunde zur Verfügung steht, wird auf einer dünnen Flüssigkeitsschicht (Eidophor) für eine volle fünfundzwanzigstel Sekunde gespeichert. Die Flüssigkeitsschicht, welche rund  $1 \text{ dm}^2$  gross ist, muss dann etwa 250 000 Speicherstellen aufweisen. Die Oberfläche der Flüssigkeitsschicht erfährt beim Speicherprozess örtliche Deformationen, die zur Steuerung des Lichtstromes einer Kinobogenlampe ausgenützt werden. Es lässt sich leicht zeigen, dass man bei diesem Vorgehen Projektionslichtströme erwarten kann, die rund 30 mal grösser sind als die Projektionslichtströme bei den erwähnten ausländischen Verfahren. Damit wäre das Problem der Erzielung einer ausreichenden Projektionslichtstärke gelöst.

Der Gedanke, der dem Afif-Grossprojektionsverfahren zugrunde liegt, ist an sich sehr einfach und sofort verständlich. Trotzdem bedeutet, wie man ebenso leicht einsieht, die Realisierung des Gedankens die Lösung einer sehr grossen Zahl von technischen Problemen. Diese Probleme, von denen eigentlich jedes einzelne als grössere Entwicklungsaufgabe anzusprechen ist, liegen auf den verschiedensten Gebieten der technischen Physik.

Der Behandlung der Einzelprobleme hat ein gründliches Studium theoretischer Art über das Verhalten des Eidophors vorangehen müssen. Nur auf Grund dieser rechnerischen Ueberlegungen, die ein Gebiet der mathematischen Physik betreffen, dem man sich bisher nur sehr wenig oder überhaupt nicht zugewandt hat, ist es möglich gewesen, jedes Einzelproblem genau zu präzisieren. Es handelt sich bei dem Gebiet der mathematischen Physik um eine Synthese zwischen der Theorie der elektrischen Felder und den damit verbundenen elektrostatischen Kräften einerseits und der Hydrodynamik zäher Flüssigkeiten andererseits. Die Voraussetzungen, die der Theorie zugrunde gelegt worden sind, haben alle vorsichtig abgewogen und überprüft werden müssen, weil es zum Vergleich der einzelnen theoretischen Ergebnisse mit dem Experiment einer Apparatur von ähnlicher Kompliziertheit bedurft hätte, wie es der Grossprojektor selbst ist. Auf dem Fundament der Berechnungen, das den Gegenstand mehrerer Veröffentlichungen gebildet hat, sind die Bedingungen für die Einzelaufgaben zahlenmässig formuliert worden. Es handelt sich dabei u. a. um die folgenden Unteraufgaben:

1. Schaffung einer lichtstarken Schlierenoptik mit einem für Projektionszwecke ausreichenden Helligkeitsumfang bei vorgeschriebener Empfindlichkeit.

Die Problemstellung ist neu und besitzt in der Technik keinen Vorläufer, auf den man sich hätte stützen können.

2. Schaffung eines Kathodenstrahlrohres mit extrem kleinem Leuchtfleck bei grosser Strahllänge.

Obschon man sich bei der Lösung dieser Aufgabe auf Erfahrungen hat stützen können, die verschiedene Erbauer von Braun'schen Röhren und Elektronenmikroskopen veröffentlicht haben, hat es doch umfangreicher und mühseliger Arbeiten bedurft, um das geforderte Resultat zu erzielen.

3. Schaffung einer elektronenoptischen Einrichtung (Telesystem) zur Erzeugung eines Elektronenstromes ausreichender Homogenität über einer vorgegebenen Fläche.

Während beim Elektronenmikroskop das Problem besteht, von irgendeiner Gegenstandsebene, z. B. der Kathode, ein möglichst scharf gezeichnetes Bild zu erhalten, besteht hier die Aufgabe, jede auch noch so unscharfe Abbildung der Kathode zu vermeiden. Beide Probleme sind in ähnlicher Art schwierig. Währendem, wie bekannt, das erste Problem bereits technisch verwirklicht worden ist, besitzt das zweite Problem keinen technischen Vorläufer.

4. Herstellung eines leitenden optisch durchsichtigen, gleichmässigen Metallbelages auf der Eidophorunterlage (d. i. eine kreisförmige Glasplatte von 40 cm Durchmesser).

In der Literatur ist viel über durchsichtige Metallschichten zu finden. Meistens hat es sich dabei jedoch um kleine Proben für physikalische Messungen gehandelt. Zur Erzeugung einer gleichmässigen, durchsichtigen Metallbelegung auf einer grossen Glasplatte ist jedoch eine besondere Technik erforderlich, über die in der Literatur nur wenig zu finden ist. Immerhin haben da und dort einige Hinweise gesammelt werden können, die uns die Lösung der Aufgabe sehr erleichtert haben.

5. Schaffung einer Vorrichtung zur fortwährenden optisch präzisen Ausebnung der Oberfläche einer zähen Flüssigkeitsschicht.

Die technische Problemstellung ist neuartig und läuft im wesentlichen auf eine einwandfreie Lagerung der Unterlage hinaus, deren Präzision diejenige handelsüblicher, ausgesuchter Kugel- und Rolllager um eine Zehnerpotenz übertreffen muss.

6. Entwurf und Herstellung der elektrischen Geräte zur Umformung des Bildsignals und zur Verarbeitung der Synchronisierimpulse.

Es handelt sich hier um Breitbandverstärker, Modulatoren, Kippschwinger usw. Wir haben uns weitgehend auf die Erfahrungen stützen können, die wir im Zusammenhang mit dem früher hergestellten Fernsehastaster gewonnen haben. Es sind aber neue Probleme zu lösen gewesen, die einige Schwierigkeiten bereitet haben. Bei den ganzen schaltungstechnischen Fragen haben wir uns mit einer Technik vertraut gemacht, die wohl im Auslande, nicht aber in der Schweiz schon sehr weit ausgebaut ist.

7. Herstellung einer Eidophorflüssigkeit mit sehr niedrigem Dampfdruck und vorgegebenen physikalischen Eigenschaften.

Diese Aufgabe stellt ein spezifisches Problem der Fernsehgrossprojektion dar und ist im wesentlichen chemischer bzw. physikalisch-chemischer Natur.

8. Die Konstruktion des eigentlichen Grossprojektors.

Es haben vorgängig der eigentlichen Konstruktion viele technologische Probleme der Hochvakuumtechnik behandelt werden müssen. Erwähnt sei das Dichtmachen von Bronzeguss, sowie die Wahl und Behandlung des Materials für Flanschdichtungen. Die Konstruktion selbst umfasst rund 400 grössere Werkstattzeichnungen.

Erst nachdem die Lösungen der Teilaufgaben überall bis zu einem bestimmten Stadium gefördert waren, konnte mit dem Bau des eigentlichen Grossprojektors begonnen werden. Der Bau des Apparates war bis Mitte August dieses Jahres soweit gediehen, dass die ersten Versuche durchgeführt werden konnten. Das Ergebnis der ersten Versuche lässt sich kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Die Voraussetzungen, die bei den elektro-hydrodynamischen Berechnungen gemacht worden sind, sind durch das Experiment bestätigt worden.
2. Der erwartete Projektionslichtstrom wird erreicht werden.
3. Der zeitliche Verlauf des Deformationsvorganges entspricht den Erwartungen.
4. Die Schwarz-Weiss-Kante ist scharf.
5. Die Verhältnisse am Bildrand werden durch die Theorie richtig wiedergegeben.
6. Noch nicht in Ordnung ist das Dunkelfeld, das örtliche Aufhellungen aufweist, die auf ein besonderes elektro-kolloid-chemisches Verhalten der Eidophorflüssigkeit zurückgehen.

Unser Ziel, ein einwandfreies Fernsehgrossbild zu erzeugen, ist also zur Zeit noch nicht erreicht und ich bedaure sehr, dass ich nicht in der Lage bin, heute ein Fernsehgrossbild zu zeigen. Die ersten Versuche lassen aber erkennen, dass wir ein gutes Fernsehbild zu erwarten haben, wenn es gelingt, entweder die Eidophorflüssigkeit zu verbessern oder die Betriebsart so zu wählen, dass die Ursache für die noch störenden Erscheinungen nicht mehr vorhanden ist. In beiden Richtungen wird heute energisch gearbeitet.

Wir haben mit der Fernsehgrossprojektion nicht ein leichtes, aber ein sehr schönes und vielseitiges Problem aufgegriffen. Dass sich die Arbeit gelohnt hat, zeigen die ersten Versuche. Sie haben nach mehr als dreijähriger Tätigkeit den Beweis erbracht, dass die Hoffnungen, die wir von Anfang an auf Grund unserer Berechnungen mit dem Entwicklungsproblem verknüpft haben, berechtigt sind. Obschon wir uns bezüglich der bei der Verbesserung des Dunkelfeldes zu erwartenden Schwierigkeiten keinen Illusionen hingeben, sind wir mit dem Ergebnis der ersten Versuche sehr zufrieden.

Wenn wir einmal soweit sind, dass die Aufgabe der Erzeugung eines einwandfreien, lichtstarken Fernsehgrossbildes als gelöst betrachtet werden kann, ist in technischer Beziehung ein erster grosser und grundsätzlicher Schritt auf dem Wege zur Einführung der Fernsehgrossprojektion in Kinotheatern zurückgelegt. Es ist dann der Zeitpunkt gekommen, um im Zusammenhange mit Ueberlegungen wirtschaftlicher Art die Uebertragungsprobleme, welche allerdings nicht mehr prinzipiell neu sind, technisch abzuklären. Diese Planung sollte schon in engster Zusammenarbeit mit der einschlägigen Industrie erfolgen. Erst dann, wenn auch noch dieser zweite Schritt gemacht und gleichzeitig bei den Telephon- und Telegraphenbehörden das Interesse für die Investitionen geweckt ist, kann mit einer industriellen Fertigung begonnen werden.

Sie erkennen aus diesen Bemerkungen, dass wir uns bezüglich der Gesamtlänge des Weges keine falschen Vorstellungen machen. Sozusagen jede grosse Entwicklung schliesst aber die Lösung einer grossen Zahl von Teilaufgaben ein, welche sehr oft schon vor Abschluss des Gesamtproblem es für andere Belange industriell von Bedeutung werden können. Als erstes Nebenprodukt unserer Fernsehentwicklung ist beispielsweise das Vo-Messgerät anzusprechen, welches wir für die Kriegstechnische Abteilung des E. M. D. gebaut haben.

Im Anschluss an diese Darlegungen, die das Fernsehgebiet betroffen haben, sei erwähnt, dass sich die Sektion für Werkstofforschung in den letzten Jahren verschiedenen Problemen der Kriegs- und Mangelwirtschaft mit Erfolg angenommen hat. Es handelte sich um die Erzeugung von Bremsbelägen, Kernbindemitteln usw., ausgehend von einheimischen Rohstoffen (siehe die Technischen Jahresberichte der Afif 1940, 1941 und 1942). Eine grössere Arbeit hat Bearbeitungsöle bzw. Bearbeitungsöl-Emulsionen zum Gegenstand gehabt. Verschiedene Kurzvorträge, welche bei der Führung durch das Institut gehalten werden, vermitteln einen Einblick in das Arbeitsgebiet.

GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER FORSCHUNG AUF DEM  
GEBIETE DER TECHNISCHEN PHYSIK AN DER E. T. H. (G. T. P.)

---

## Beitragserklärung

Nach Kenntnisnahme des Aufrufes des leitenden Ausschusses der G. T. P. vom  
23. September 1943 verpflichten wir uns bis auf weiteres zur Leistung eines Jahresbeitrages  
von Fr. .... an die G. T. P.

....., den .....

Name: .....

Adresse: .....

Es wird um gefl. Rücksendung dieses Verpflichtungsscheines bis Ende 1943 an die Adresse: Zürich, E. T. H.,  
Kanzlei des Schweizerischen Schulrates, gebeten.