Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 2 (1947)
Heft: 1

Artikel: Fernsehen : heute und morgen
Autor: Bellac, paul
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-653293

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

tern pro Sekunde bewegen, fortwährend angestoßen. Dabei sind, wie die Beispiele der Bilder 7 bis 9 zeigen, die Gestaltänderungen, welche ein Octanmolekül erfahren kann und erfährt, ohne seine Eigenschaft, ein Octanmolekül zu sein, einzubüßen, erheblich. Diese Unterschiede werden, wie man leicht erkennt, um so größer, je komplizierter die Moleküle werden. Bild 10 zeigt ein Molekül von Hydrokautschuk, welches aus 500 in einer Kette angeordneten Kohlenstoffatomen und 1002 seitlich an diese Kohlenstoffkette gebundenen Wasserstoffatomen besteht. Hier ist die Anzahl von Konstellationen, welche ein solches Riesenmolekül annehmen kann und auch ohne Widerstreben der Reihe nach annimmt, unübersehbar groß. Man kann hier sofort sagen, daß es unter vielen Milliarden von Molekülen, welche die gleiche Zusammensetzung besitzen und welche also auch die gleiche Gestalt annehmen könnten, keine zwei Individuen geben wird, welche genau dieselbe Konstellation haben, und wenn wir zwei Individuen gleicher Gestalt doch finden sollten, so wird die Gleichheit wegen der raschen und unkontrollierbaren Wärmebewegung nur für einen winzigen Bruchteil einer Sekunde erhalten bleiben. Es stellt sich bei diesen sogenannten hochmolekularen Substanzen, deren Moleküle aus flexibeln Ketten bestehen, das Problem der Molekülgestalt in einer ganz neuen Form. Es wird keinen Zweck haben, die Form des einzelnen Molekülindividuums bestimmen oder definieren zu wollen; wir werden vielmehr versuchen müssen, *Aussagen über die mittlere Gestalt* dieser Moleküle zu machen.

Schluß folgt

Fernsehen heute und morgen

Das Fernsehen steht im Mittelpunkte des allgemeinen Interesses. Aus England, den Vereinigten Staaten und auch aus anderen Ländern kommen Berichte über Fortschritte auf diesem Gebiet, so daß auch in der Schweiz die Frage nach der Einführung der Television immer wieder gestellt wird. – In der hier beginnenden Aufsatzreihe sollen daher der gegenwärtige Stand des Fernsehens, sowie jene Probleme behandelt werden, die sich für seine künftige Entwicklung und allgemeine Einführung stellen.

Von Paul Bellac

Die meisten menschlichen Erfindungen sind in der Natur vorgezeichnet. Wer denkt etwa daran, daß wir in unseren Sehorganen das Vorbild einer Televisionsanlage finden können? Bekanntlich besitzt unser Auge eine Linse, die das Bild der Außenwelt auf die Netzhaut wirft. Diese ist mit zahlreichen lichtempfindlichen Organen, den Sehstäbchen und Zapfen dicht bedeckt, die durch den Lichteindruck gereizt werden. Alle diese Hunderttausende von winzigen Organen sind über Nervenfasern mit den zugehörigen Hirnzellen verbunden, wo sie den Eindruck des geschauten Bildes bewußt werden lassen. Wir sehen also in Wirklichkeit kein zusammenhängendes Bild, sondern ein Mosaik aus vielen, einzelnen Bildpunkten.

Die Bildzerlegung

Die modernen Fernsehapparate arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip. Auch sie zerlegen vorerst das Bild in zahlreiche einzelne Bildpunkte, deren Helligkeitswerte aber nicht – wie beim Auge – mit Hilfe zahlreicher Fernleitungen dem Empfänger zugeleitet, sondern in parallelen Zeilen der Reihe nach übertragen werden. Am Empfangsort setzt man sie dann in der gleichen Anordnung zusammen, so daß sie wieder den Anblick des ursprünglichen Bildes ergeben. Dabei kommt uns die «Trägheit» des Gesichtssinnes zu Hilfe. Im Auge bleiben Lichteindrücke etwa $^1/_{10}$ Sekunde lang bestehen, bevor sie verblassen. Wenn wir daher die einzelnen Bildpunkte nur

rasch genug übertragen, dann verschmelzen sie bei ihrer Betrachtung zu einem einzigen Gesamteindruck. Auch der Kinematograph macht sich diese Eigentümlichkeit unseres Gesichtssinnes zu Nutze, da die in rascher Folge auf der Projektionswand erscheinenden Einzelbilder zusammenfließen und eine kontinuierliche Handlung vortäuschen.

Alle modernen Fernsehanlagen in Europa tasten deshalb pro Sekunde 25 ganze Bilder ab, in Amerika sind es sogar 30. Warum gerade diese Zahlen gewählt wurden, hat eine besondere Ursache. Sie entsprechen nämlich der halben Periodenzahl des in den beiden Kontinenten verwendeten Netz-Wechselstromes, der auch für den Betrieb von Fernsehgeräten dient. Wenn man diese Normen für den Bildwechsel anwendet, werden die sonst durch die Stromschwankungen verursachten Empfangsstörungen vermieden.

Aber selbst bei diesem verhältnismäßig raschen Bildwechsel würde man beim Empfang ein unangenehmes Flimmern empfinden. Man zerlegt deshalb nach dem *Zeilensprungverfahren* die Bilder bei der Sendung außerdem noch in je zwei zusammengehörende Halbbilder, indem man zuerst die ungeradzahligen Bildzeilen 1, 3, 5 usw. und dann erst die geradzahligen Zeilen 2, 4, 6 usw. überträgt (Bild 1). Somit werden pro Sekunde in Europa 50, in Amerika dagegen 60 Halbbilder gesendet, deren Lichtpunkte sich so gut zusammenfügen, daß der Beschauer den Eindruck eines flimmerfreien, bewegten Bildes erhält.

Allerdings hat es viele Jahrzehnte unentwegter Arbeit zahlreicher Forscher und Erfinder bedurft, bevor es gelang, die Television praktisch zu verwirklichen. Und auch heute noch ist dieser Kampf nicht beendet; denn gerade jetzt stehen wir inmitten einer Entwicklung, die das Fernsehen unserer Tage voraussichtlich schon in wenigen Jahren als überholt erkennen lassen wird.

Alle diese Bemühungen bewegen sich vorwiegend in bestimmten Richtungen. Man wünscht vor allem die Übertragung detailreicher Bilder, was durch ihre Zerlegung in eine möglichst hohe Anzahl von Bildpunkten erreicht wird, und sucht ferner eine hohe Lichtausbeute bei der Sendung,

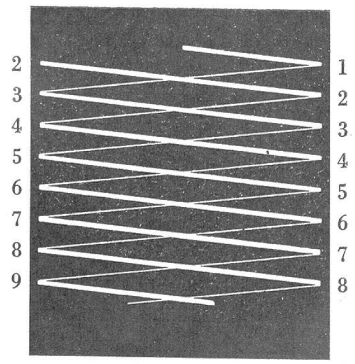
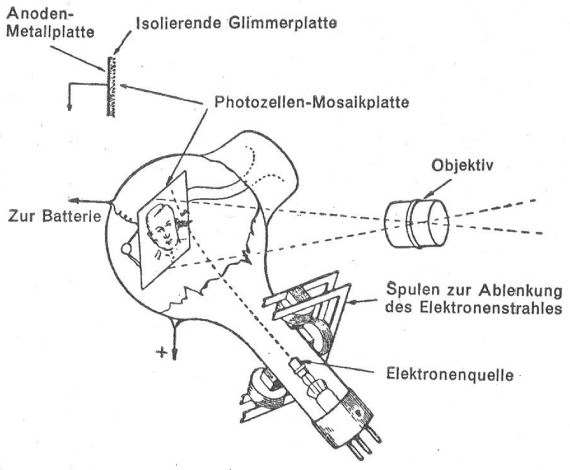


Bild 1: *Auseinandergezogenes Oszillogramm nach dem Zeilensprungverfahren. Bei Sendung und Empfang werden die Bilder in zwei zusammengehörige Halbbilder zerlegt, wobei zuerst die geradzahligen und dann die ungeradzahligen Bildzeilen abgetastet werden. (In der Fernsehempfangsröhre wird bei der ungemein raschen Rückführung des Kathodenstrahls nach jeder Zeile und am Ende der Bildabtastung die Elektronenemission gebremst, so daß auf dem Schirm der Empfängerröhre kein sichtbarer Eindruck entsteht.)*

Bild 2: *Das Ikonoskop. Das von einem Linsenobjektiv auf die Photozellen-Mosaikplatte geworfene Bild erzeugt auf dieser elektrische Ladungen. Ein Elektronenstrahl tastet die Mosaikplatte ab.*



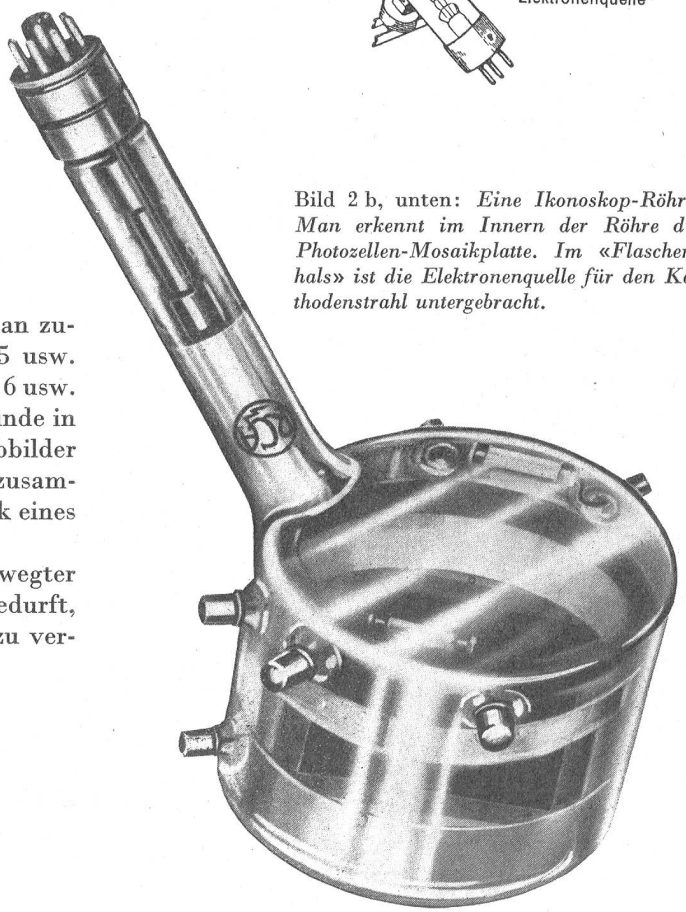


Bild 2 b, unten: *Eine Ikonoskop-Röhre. Man erkennt im Innern der Röhre die Photozellen-Mosaikplatte. Im «Flaschenhals» ist die Elektronenquelle für den Kathodenstrahl untergebracht.*

sowie schließlich größeres Format und bessere Helligkeit der Bildwiedergabe beim Empfang.

Mit den früher üblichen mechanischen Bildabtastgeräten konnten diese Aufgaben nicht hinreichend erfüllt werden. Die moderne Television beginnt daher mit der ersten Anwendung der Erfindung des nach Amerika ausgewanderten Russen *Dr. Vladimir Zworykin*, dessen im Jahre 1923 patentiertes *Ikonoskop* zum Ausgangspunkt aller modernen Fernsehkameras geworden ist und auch heute noch in verbesserter Ausführung verwendet wird. Wir müssen uns deshalb mit der prinzipiellen Betriebsweise solcher Aufnahmegeräte kurz befassen.

Moderne Fernsehkameras

Das Grundprinzip jeder Fernsehkamera besteht darin, die Helligkeitswerte der einzelnen Bildpunkte, in die man das Gesamtbild zerlegt, der Reihe nach auf eine Photozelle wirken zu lassen. Diese verwandelt deren Lichtintensität in entsprechende elektrische Stromimpulse, die man dann über Radio oder Kabel dem Empfänger zuleitet.

Je höher die Zahl der Bildpunkte ist, die man im Zeitraum des Bildwechsels, also in $^1/_{25}$ oder $^1/_{30}$ Sekunde, übertragen will, desto kürzer und daher auch schwächer ist ihre Einwirkung auf die Photozelle. Man würde daher für die einzelnen Bildpunkte bald zu unmöglich kurzen Belichtungszeiten von Millionstel Sekunden kommen, wenn es nicht gelungen wäre, dieses Hindernis durch einen genialen Kunstgriff zu umgehen. Beim Ikonoskop und allen anderen modernen Fernseh-Aufnahmeröhren wird nämlich die von jedem Bildpunkt ausgestrahlte Lichtmenge während eines ganzen Bildwechsels in der Photozelle aufgespeichert und kommt erst dann zur Wirkung. Dadurch ist es möglich geworden, bei verhältnismäßig geringer Beleuchtung eine Feinheit der Bildzerlegung zu erreichen, an die man noch vor wenigen Jahren nicht denken durfte. Man nennt deshalb solche Fernseh-Aufnahmeröhren auch «*Speicher-Röhren*».

Wie funktioniert das Ikonoskop? (Bild 2.) Die lichtempfindliche «Netzhaut» im Innern des luftleeren Glaskolbens dieses «Fernsehauges» besteht aus einer Glimmerplatte, die auf der Vorderseite mit einer Schicht aus winzigen, lichtempfindlichen Zäsium-Silberkörnchen bedeckt ist, die untereinander isoliert sind und daher ein Mosaik kleinster Photozellen bilden. Die Rückseite der Glimmerplatte ist versilbert.

Mit einem Linsenobjektiv wirft man das Bild auf die Photozellen-Mosaikplatte; das auf die Metallkörnchen auffallende Licht setzt in diesen Elektronen frei, die von einer positiven Elektrode abgesaugt werden. Dadurch erhält jedes Mosaikkörnchen eine freie elektrische Ladung, deren Intensität der Stärke der Belichtung entspricht. An den hellen Stellen des Bildes ist die Ladung stärker, an den dunklen Stellen geringer. Zusammen mit dem Silberbelag auf der Rückseite der Glimmerplatte bilden die Mosaikkörnchen winzige Kondensatoren, deren Spannungsunterschiede den Helligkeitswerten der einzelnen Bildpunkte entsprechen. Dieses unsichtbare «Spannungsbild» wird nun alle 25 Sekunden mit einem Elektronenstrahl von etwa $^1/_{10}$ mm Durchmesser in parallelen Zeilen abgetastet, wobei die einzelnen kleinen «Kondensatoren» entladen werden. Die dabei auftretenden Stromimpulse werden verstärkt und steuern einen Radiosender oder werden über geeignete Kabel dem Empfänger zugeführt. Gleichzeitig stellt der Elektronenstrahl den ursprünglichen elektrischen Zustand der Mosaikplatte wieder her, so daß die Belichtung und Abtastung des nachfolgenden Bildes von neuem beginnen kann.

Zum Abtasten bedient man sich der gleichen Vorrichtungen zur Erzeugung von Kippspannungen, die man schon seit langem in Kathodenstrahlröhren anwendet. Mit Hilfe von Spulen oder Ablenkplatten wird im luftleeren Innern des Ikonoskops der Elektronenstrahl in rascher Folge seitlich zur Beschreibung der wagrechten Linien abgelenkt, während er gleichzeitig langsamer senkrecht herabgeführt wird, bis sämtliche Zeilen des Bildes abgepinselt sind. Je mehr Zeilen geschrieben werden, desto feiner und detailreicher ist die Bildwiedergabe. Wir werden diese Vorrichtungen bei der Beschreibung der Empfangsgeräte noch näher kennen lernen. Gegenwärtig werden die Bilder nach den britischen Fernsehnormen in 405, in Frankreich gegenwärtig in 450 und in den Vereinigten Staaten in 525 Zeilen zerlegt, und zwar – wie wir bereits erwähnt haben – nach dem «Zeilensprungverfahren» in zwei Halbbilder, wobei abwechselnd die ungeradzahligen und geradzahligen Zeilen abgetastet werden. Die Bilder 3 und 4 zeigen eine solche Aufnahmekamera, wie sie in den Londoner Fernsehstudios verwendet wird.

Das Ikonoskop hat den Nachteil, daß beim heftigen Aufprall des Kathodenstrahls auf die lichtempfindlichen Metallkörnchen ein Überschuß an Elektronen herausgeschlagen wird. Diese «Sekundärelektronen» setzen die Kontraste und Feinheit der Bildwiedergabe herab, so daß kaum zehn Prozent des theoretisch möglichen Nutzeffektes erreicht werden. Zworykin schuf daher eine verbesserte Aufnahmeröhre, das *Orthikon* (Bild 5). Es wird seit 1941 verwendet und besitzt etwa die zehnfache Lichtempfindlichkeit des Ikonoskopes. Im Orthikon wirft ein Linsenobjek-

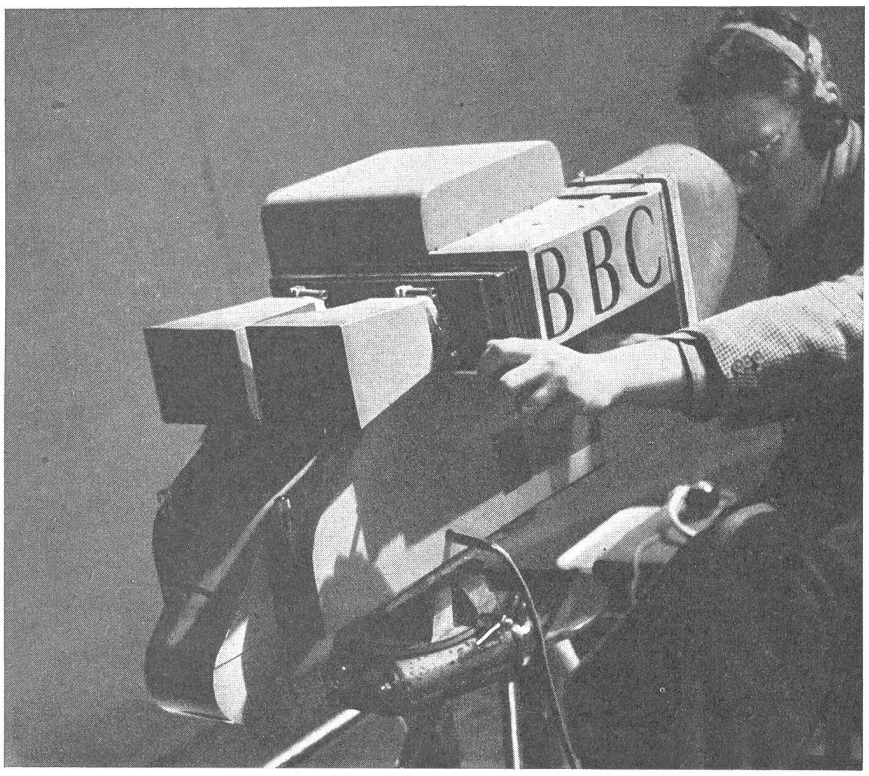
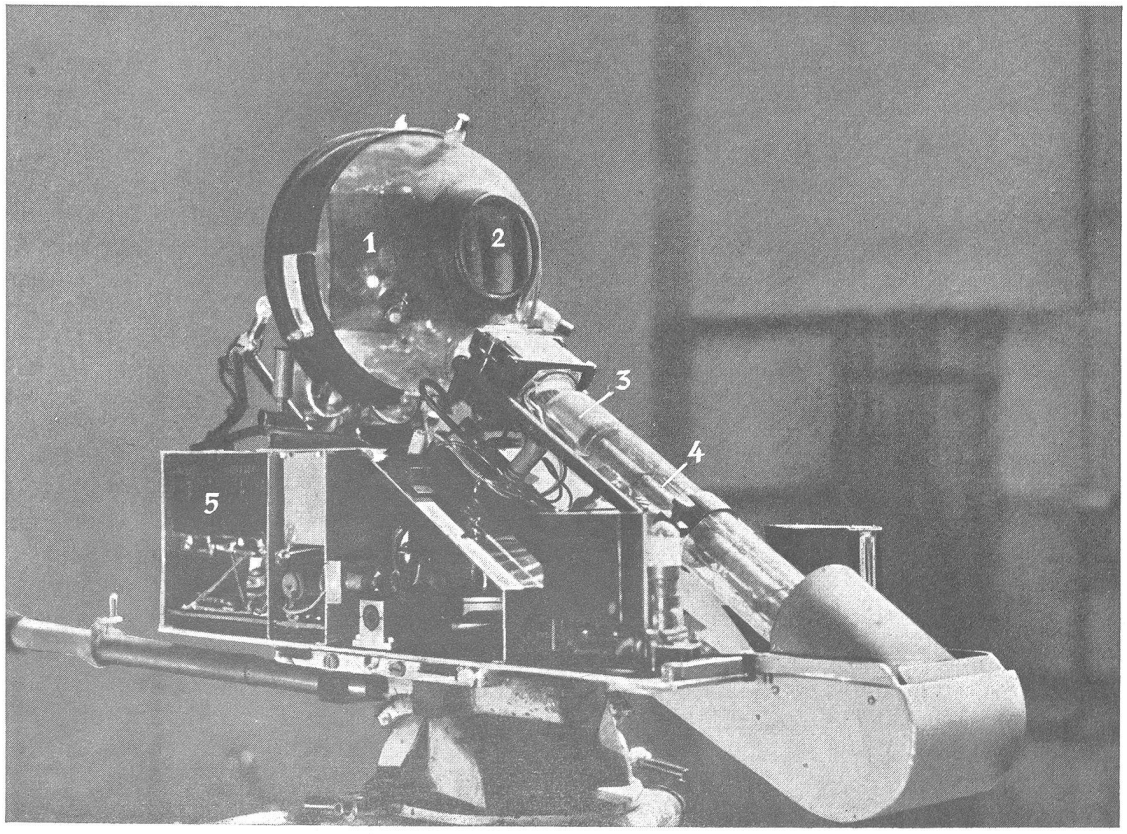


Bild 3: *Die nach dem Prinzip des Ikonoskops konstruierte Emitron-Kamera der BBC. Die Kamera arbeitet vollkommen lautlos, damit störende Geräusche während der Sendung vermieden werden. Auf einem Gestell mit pneumatikbereiften Rädern läßt sie sich durch das Studio fahren, um während der Sendung den Ort zu wechseln. Die Bedienungsmannschaft ist durch Kopfhörer mit dem Kontrollraum in ständiger Verbindung, von wo sie ihre Weisungen erhält.*

Bild 4: *Blick ins Innere der Emitron-Kamera. Das Gehäuse, das Objektiv und der für die Bildeinstellung benützte Sucher sind entfernt. 1. Photozellen-Mosaikplatte. 2. Ein flach geschliffenes Glasfenster, durch welches das Bild auf die Photozellenplatte geworfen wird. 3. Ablenkungsspulen und -Platten. 4. Kathode. 5. Bildsignalverstärker.*



tiv das Bild auf eine halbdurchsichtige Photozellen-Mosaikplatte, auf der sich – wie beim Ikonoskop – die Lichteindrücke als «Spannungsbild» ansammeln, das mit einem Strahl von *langsamen* Elektronen abgetastet wird. Da diese nur mit geringer Wucht auftreffen, wird das Entstehen von Sekundärelektronen vermieden.

Seit 1945 wird schließlich eine noch weitergehende Verbesserung dieser Aufnahmeröhre, das «*Bild-Orthikon*», benützt, dessen Empfindlichkeit die besten Vorkriegs-Aufnahmegeräte um das Hundertfache übertrifft und die des menschlichen Auges erreicht. Wie die Röhre arbeitet, geht aus der Legende zu Bild 6 hervor. Die außerordentliche Steigerung der Lichtempfindlichkeit

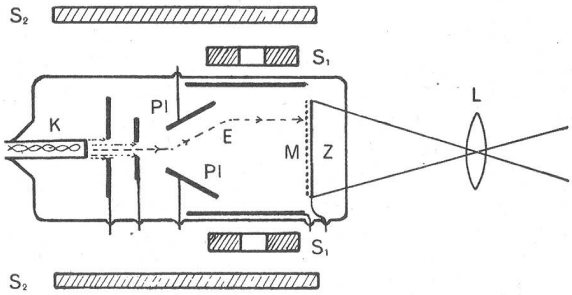


Bild 5: *Das Orthikon. Das Bild des Gegenstandes wird mit dem Linsenobjektiv L auf die halbdurchsichtige Zielplatte Z geworfen, wobei in der Photozellen-Mosaikplatte M ein «Spannungsbild» entsteht. Dieses wird mit dem langsamen Elektronenstrahl E abgetastet, der von einer indirekt geheizten Kathode K ausgeht. Zur horizontalen Ablenkung des Elektronenstrahls dienen die Ablenkplatten Pl, während die vertikale Ablenkung durch das magnetische Feld der Spule S_1 bewirkt wird. Eine weitere Spule S_2, die die Röhre von außen umgibt, sorgt für die Konzentration des Elektronenstrahls E, um die punktförmige Abtastung zu erreichen.*

wurde unter anderm durch den Einbau eines «Elektronenvervielfachers» erreicht, der die von der «Zielplatte» ausgehenden Bildstromimpulse noch innerhalb der Röhre um ein Vielfaches verstärkt.

Das Bild-Orthikon wird in den Vereinigten Staaten in zunehmendem Maß angewendet. Es ermöglicht Televisionssendungen aus normal beleuchteten Innenräumen, sowie Freilichtübertragungen bei trübem Wetter und in der Dämmerung, und erschließt damit dem Fernsehprogramm ungeahnte neue Möglichkeiten.

Dank der Verwendung eines drehbaren Revolver-Objektivsatzes kann man ebenso gut Aufnahmen aus nächster Nähe wie aus großer Entfernung machen. Selbst ein Boxkampf im Ring läßt sich aus 80 m Distanz wie aus unmittelbarer Nachbarschaft verfolgen. Dabei kontrolliert der Kameramann das Bild auf einem Kathodenstrahlröhren-Leuchtschirm seines Suchers, auf dem es genau so wie in den angeschlossenen Empfangsgeräten wiedergegeben wird.

Eine andere, sehr empfindliche Aufnahmeröhre wurde – gleichfalls im Jahre 1945 – von dem Franzosen *M. R. Barthelemy* konstruiert und bei den Pariser Televisionssendungen eingeführt. Sein *Isoskop* verwendet gleichfalls eine halbdurchsichtige Photozellen-Mosaikplatte, die mit einem langsamen Elektronenstrahl abgerastert wird.

Die Empfindlichkeit der Fernsehaufnahmegeräte hat damit jene der modernen Filmkamera erreicht und sogar übertroffen! Wo eine Kinoaufnahme möglich ist, kann daher auch der Fernsehapparat seine Tätigkeit ausüben.

Der Fernsehfilm

Ein sehr beträchtlicher Teil der Fernsehprogramme wird nicht direkt aus den Studios oder im Freien gesendet, sondern vorerst auf Film aufgenommen, um zu günstiger Programmzeit wiedergegeben zu werden. Auch die Sendung von Spiel- und Kulturfilmen aller Art nimmt im Fernsehprogramm steigenden Raum ein. Schon heute gehen deshalb die führenden Fernsehstationen daran, eigene Abteilungen für Filmaufnahmen anzugliedern, um so mehr, als die Sendung von Filmen in technischer Hinsicht einfacher ist, als die direkte Wiedergabe lebender Szenen.

Es gibt mehrere Systeme für die Filmsendung, die heute in Gebrauch stehen. Die mechanische Abtastung mit Linsenkränzen und ähnlichen Einrichtungen ist allerdings im Verschwinden begriffen. Meist wird der Filmstreifen mit einem speziell adaptierten Kinoprojektor auf die Photozellenschicht einer Ikonoskop-Röhre oder auch einer *Sondenröhre* geworfen. Die Sondenröhre, eine Erfindung des Amerikaners *Farnworth*, diente früher auch für die direkte Aufnahme lebender Szenen, wurde aber durch die lichtempfindlicheren, modernen Speicherröhren verdrängt. Für die Filmabtastung erweist sie sich jedoch auch heute noch als sehr geeignet. Gegenwärtig ist zum Beispiel eine solche Television-Sendeanlage für Kinofilme in der AFIFA (Eidgenössische Technische Hochschule) in Zürich in Bau.

Da man die Filmbilder im Projektor mit Hilfe sehr starker Lichtquellen durchleuchten kann, fallen alle Schwierigkeiten fort, die sonst mit der Beleuchtung im Studio oder bei Freilichtaufnahmen verbunden sind. Dagegen müssen die amerikanischen Filmprojektoren mit einer speziellen Einrichtung versehen sein, die es ermöglicht, den für die Wiedergabe im Kinotheater gebräuchlichen Bildwechsel von 24 Bildern pro Se-

kunde in den für die Television üblichen Bildwechsel von 30 Vollbildern pro Sekunde umzuwandeln, ohne daß dadurch der Ablauf der Szenen selbst beschleunigt wird. Es gibt mehrere Lösungen für dieses Problem, die sehr befriedigend arbeiten.

Allerdings muß der Kinofilm für die Television zwei besonderen Bedingungen entsprechen, wenn er eine gute Wiedergabe zeigen soll. Die Fernsehsendung läßt keine so großen Helligkeitskontraste zu, wie sie in vielen Filmen – besonders bei sonnendurchleuchteten Freilichtszenen – zu finden sind. In solchen Fällen müssen die Kinofilmstreifen nochmals, und zwar flauer kopiert werden. Ferner gestatten die im Vergleich zur Photographie verhältnismäßig grobe Bildpunkte-Zerlegung, sowie die kleinen Betrachtungsschirme in den Empfangsgeräten, nicht den Empfang detailreicher Bilder. Man entfernt deshalb bei der Auswahl der Kinofilme möglichst alle Massenszenen und begnügt sich vorwiegend mit Nah- und Großaufnahmen, eine Regel, die auch bei der direkten Sendung lebender Szenen eingehalten werden muß.

Fortsetzung folgt

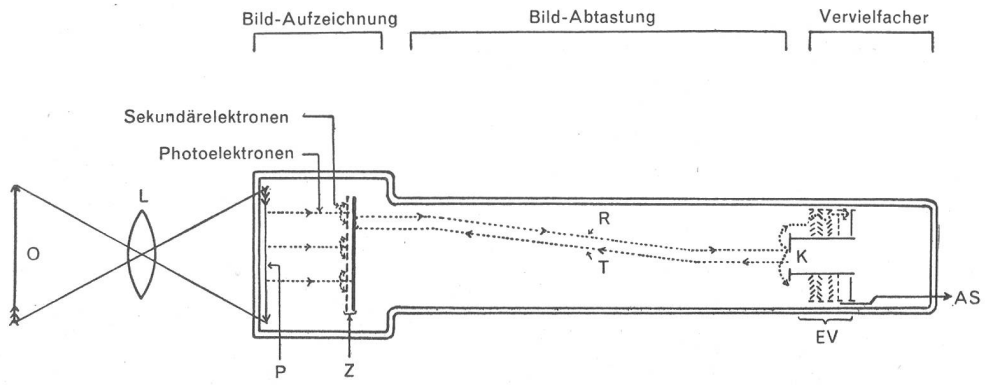


Bild 6 oben: *Das Bild-Orthikon (Image Orthicon). Das Linsenobjektiv L wirft das Bild des Gegenstandes O auf die lichtempfindlich gemachte Innenseite P des Glaskolbens, die mit einem Mosaik aus winzigen Photozellen überzogen ist. Von diesen Mosaikkörnchen werden, proportional zur Lichtintensität, Elektronen ausgestoßen, die in parallelen Bahnen gegen die Zielplatte Z fliegen. Auf deren Vorderseite lösen sie zahlreiche Sekundärelektronen aus, wodurch auf der Rückseite der Zielplatte ein positives «Spannungsbild» entsteht. Dieses wird mit dem Elektronenstrahl T – der von der Kathode K ausgeht – abgetastet, wobei soviele Elektronen abgesezt werden, daß die positive Ladung auf der Zielplatte neutralisiert wird. Der auf diese Weise modulierte Rest des Elektronenstrahles R wird in die Richtung der Kathode K zurückgeführt, dort in einem Elektronenvervielfacher verstärkt und ergibt damit ein Ausgangs-Signal, das weiteren Verstärkern und dem Sender zugeführt wird. (Die zur Steuerung des Elektronenstrahles dienenden Spulen sind nicht eingezeichnet).*

Bild 6 b rechts: *Die Bild-Orthikonröhre (Image Orthicon) ist röhrenförmig gestaltet und 40 cm lang.*