

denjenigen Wert ein, der dem des lagengleichen Rasterpunktes des Urbildes entspricht. Wird so die Gesamtheit aller Punkte koordinatengetreu und in rascher Wiederholung — heute $n=25$ mal in der Sekunde — als ein flächenhaftes Mosaik von Lichtreizen wechselnder Helligkeit zusammengesetzt, so kommt im Auge des Betrachters die Verschmelzung zum ununterbrochenen Fernbild zustande.

Ultrakurzwellentchnik.

Die sehr schnellen Schwankungen des Sendestromes bedeuten das Auftreten eines breiten Schwingungsspektrums, dessen Ausdehnung mit der Häufigkeit der abgetasteten Lichtänderungen wächst. In je mehr Punkte wir ein Bild zerlegen und je grösser wir die Zahl seiner Wiederholungen wählen, desto schnellere Hell-Dunkel-Wechsel und desto breitere Frequenzbänder kommen vor. Diese muss der Sender ausstrahlen können und der Empfänger durchlassen. Bei Bildern von $k=180$ Zeilen und $q=40.000$ Punkten, wie sie heute üblich sind, haben wir ein Schwingungsspektrum (Bandbreite) von $\Delta\nu=nq/2=500\,000$ Hz; um dieses mit den Mitteln der drahtlosen Telegraphie, d. h. mit Resonanz-Systemen genügender Trennschärfe, aufnehmen zu können, benötigen wir ultrakurze Wellen. Es ist dabei notwendig, dass auf den Einschwingvorgang, der im Grenzfall die Grössenordnung $>10^{-6}$ s hat, eine grosse Zahl von Perioden der Trägerschwingung (>50) entfällt. Das Bild ist, elektrisch analysiert, eine ununterbrochene bunte Folge von Einschwingvorgängen verschiedener Frequenzen, die durch die Helligkeitsänderungen ausgelöst werden. Stationäre eingeschwingene Zustände gibt es beim Fernsehen nicht. Aus Vorstehendem folgt die Unentbehrlichkeit der ultrakurzen Wellen.

Die Erfahrungen über die Reichweite dieser Wellen sind im Laufe der beiden vergangenen Jahre günstig gewesen. Grosse Senderleistungen, die man bei 7 m Wellenlänge ($43 \cdot 10^6$ Hz) und beim Höchstwert des Antennenstromes bis zu 20 kW hinauf mit wassergekühlten Senderöhren beherrscht, ermöglichen in Verbindung mit hochgelungenen Strahlen die Fernseh-Rundfunkversorgung von Grossstädten und deren Umgebung innerhalb von Zonen mit 70 bis 100 km Durchmesser. Schädliche Reflexionen, die mit im Bilde störenden Laufzeitdifferenzen des Signals verbunden sind, konnten innerhalb der angegebenen Reichweiten bisher nicht beobachtet werden. Wichtig ist, dass wegen der räumlichen Begrenzung der Ultrakurzwellausstrahlung die gleiche Trägerwelle an vielen Orten verwendet werden kann. Die Selektion, die sonst in der drahtlosen Telegraphie durch Verschiedenheit der Wellenlänge erstrebt wird, die aber im Fernsehen auf diesem Wege infolge der grossen Frequenzbandbreite

nicht erreichbar wäre, wird durch die räumliche Beschränkung des Wirkungsgebietes der einzelnen Sender erzielt.

Für den Empfang hat sich, wie beim Rundfunk, die Überlagerungsschaltung (Superheterodyn-Prinzip) in Verbindung mit Röhren besonderer Ausführung bewährt. Es sind dies Pentoden (Fünfelektrodenröhren) mit grosser Steilheit (5 bis 8 mA/V), die bei den durch die Durchlassbreite der Kopplungskreise bedingten geringen Auslenkungen noch brauchbare Stufenverstärkungen liefern. In Zukunft erscheint es wohl möglich, die Bandbreite der Fernsehübertragung auf 10^6 Hz und darüber hinaus zu steigern, die Bilderzeugung also noch entsprechend zu verfeinern.

LICHTSTROMFRAGE

Mit der Feinheit der Zerlegung (wachsender Bildpunktzahl ϱ) sinkt das Verhältnis der endlichen Bildpunktfläche zur gesamten Bildfläche und damit bei allen bisherigen optischen Zerlegern, Lochscheiben oder Spiegelrädern, der auf den einzelnen Bildpunkt bei der Abtastung entfallende Lichtstrom. Die Grenze ist schliesslich durch das Versinken der lichtelektrischen Nutzspannung, die dem Bildverstärker zugeführt wird, unter die Höhe der den Glühkathodenröhren eigentümlichen Störspannung (Geräuschpegel) gegeben. Es bedeutet für das Fernsehen eine grundlegende Schwierigkeit, dass die Störspannung mit der Quadratwurzel der durchzulassenden Schwingungsbreite, d. h. mit wachsendem ϱ , ansteigt, während durch das Wachsen der Zeilenzahl zugleich der Nutzlichtstrom und mit ihm die photoelektrisch erzeugte Steuerspannung abfällt. Die heutigen Vakuum-Photozellen haben eine Empfindlichkeit von rd. 30 bis $50 \mu\text{ A/Lumen}$, bezogen auf Licht von der Zusammensetzung des Lichtes der Halbwatt-Glühlampen. Bei Filmabtastung mit etwa 300 Bildzeilen bleibt dann die Steuerspannung noch genügend oberhalb des Störpegels, während man bei der Personenabtastung, die mit viel geringerem optischen Wirkungsgrad arbeitet, schon bei etwa 180 Bildzeilen die praktische Grenze erreicht hat. Hier bieten sich nun aber zwei neue Möglichkeiten:

Zwischenfilmverfahren.

Bei dem Zwischenfilmsender der Fernseh-A.-G., der bereits auf den Funkausstellungen Berlin 1932 und 1933 vorgeführt und 1935 in verbesserter Ausführung gezeigt wurde, benutzt man die Durchleuchtungsabtastung des Filmes, um Personen oder Freilichtszenen mittelbar übertragen zu können, da dies Verfahren viel empfindlicher als die unmittelbare Rückstrahlabtastung ist. Man nimmt die betreffende Szene auf einen Film auf, entwickelt den Film unver-