

BILDTELEGRAPHIE

Entwicklung und gegenwärtiger Stand

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

BILDTELEGRAPHIE

Entwicklung und gegenwärtiger Stand

VON

PAUL BELLAC, BERN

Erweiterter Separatabdruck aus der Beilage „Technik" der Neuen Zürcher Zeitung
Nr. 1025 vom 30. Juni, Nr. 1062 vom 7. Juli und Nr. 1173 vom 28. Juli 1943

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Bildtelegraphie - Entwicklung und gegenwärtiger Stand von PAUL BELLAC, BERN

Bis vor wenigen Jahren hat sich der bildtelegraphische Verkehr nahezu unbemerkt von der großen Oeffentlichkeit vollzogen. Ab und zu brachte die Presse Nachrichten über neue Fortschritte auf diesem Gebiet; die ersten schüchternen Versuche eines Bildrundfunks wurden begrüßt, aber im allgemeinen beschränkte sich die Bildtelegraphie auf die Vermittlung aktueller Pressephotographien, die über Telephonlinien und später auch über Radiosender zwischen mehreren Ländern und Kontinenten ausgetauscht wurden. Die großen Blätter in Westeuropa, Mitteleuropa und Nordamerika brachten schon vor Ausbruch des Krieges bildtelegraphisch übermittelte Illustrationen. In den letzten Jahren haben sich diese Verhältnisse weitgehend geändert. Heute ist die Bildtelegraphie oft das einzige Mittel, um auf raschem und sicherem Wege Photographien, Zeichnungen und Schriften auf beliebige Entfernungen über Kontinente und Meere zu senden, wo die Briefpost entweder mit starken Verzögerungen und der Gefahr von Verlusten rechnen muß oder gänzlich eingestellt ist. Wenn heute der Zeitungsleser nahezu gleichzeitig mit den letzten telegraphisch eingelangten Berichten auch die Photographien zu den sich oft überstürzenden Ereignissen in seinem Blatte findet, so ist das dem raschen Ausbau des bildtelegraphischen Verkehrs zu verdanken, an den jetzt auch die Schweiz Anschluß gefunden hat.

Gleichzeitig schreitet die technische Entwicklung der Bildtelegraphie unaufhaltsam fort, und sie wird durch die Anforderungen der Kriegführung noch stark beschleunigt. Mit dem kommenden Frieden wird daher die Bildtelegraphie voraussichtlich einen weiteren Aufschwung erleben; sie wird nicht nur dem internationalen Presse- und kommerziellen Nachrichtendienst in stärkerem Maße dienen als bisher, sondern noch eine Reihe neuer Anwendungsgebiete finden, die sie der breiten Oeffentlichkeit erschließen wird.

Das Interesse für die Bildtelegraphie greift daher über die engern Fachkreise hinaus. Wer sich über dieses Gebiet orientieren wollte, mußte bisher zu Spezialwerken greifen und die einschlägigen Fachzeitschriften heranziehen. Eine kurze zusammenfassende Darstellung auf Grund des letzten Standes fehlte bis heute. Deshalb erfüllt die vorliegende Schrift eine nützliche Aufgabe, denn sie gibt einen Ueberblick über alle Fragen der Bildtelegraphie, von ihrem Ursprung und ihrer technischen Entwicklung bis zu ihren gegenwärtigen Anwendungsgebieten und ihrem voraussichtlichen künftigen Ausbau.

Bern, im August 1943
Dr. Fritz Rothen
Direktor der Radio-Schweiz

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Seit dem Beginn des Jahres 1943 bringt die schweizerische Presse häufig aktuelle Bilder aus aller Welt, die auf drahtlosem Wege aus den Vereinigten Staaten und seit einiger Zeit auch aus England zu uns gelangen. Mit dem wechselseitigen Funkverkehr mit Amerika und Großbritannien ist die Schweiz an das dichte Netz der internationalen bildtelegraphischen Verbindungen angeschlossen worden, das sich während der Kriegszeit immer engmaschiger verknüpft hat, wenngleich anderseits eine Reihe wichtiger Verbindungen unterbrochen wurden Diese Fortschritte sind mit dem Entstehen der großen Fernkabelnetze und den interkontinentalen Kurzwellenverbindungen aufs engste verknüpft, und dies ist auch der Grund, weshalb die Bildtelegraphie erst in den letzten Dezennien rasch an Bedeutung zugenommen hat, trotzdem sie zu den ältesten Errungenschaften der elektrischen Fernmeldetechnik zählt.

Eine hundertjährige Entwicklung

Im Jahre 1843, also vor genau hundert Jahren, erfand B a i n den ersten bildtelegraphischen Flachschreiber, 1847 schuf Bakewell das Urbild der modernen Geräte mit walzenförmigem

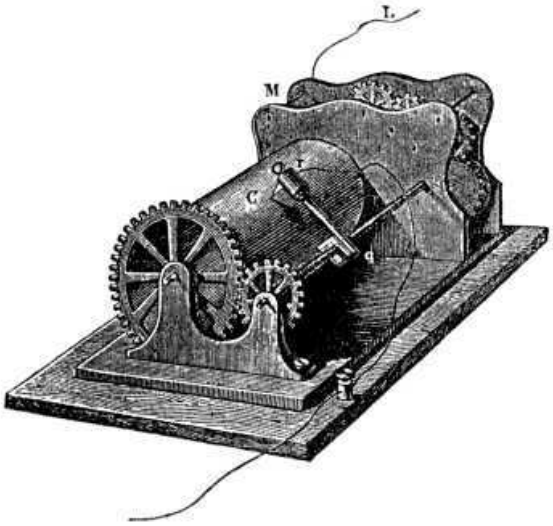


Abb. 1. **Bakewells Bildtelegraph aus dem Jahre 1847**
C Bildtrommel. r elektrochemischer Schreibstift, q Spindel. M Federmotor. L Leitungsdraht

Bildträger (Abb. 1), 1863 richtete Caselli die erste öffentliche Bildtelegraphielinie zwischen Paris, Lyon und Marseille ein. (Abb. 2.) Die ersten Versuche liegen also noch weiter zurück als die Einführung des Morse-Telegraphen in Europa, der 1848 zum ersten Male zwischen Hamburg und Cuxhaven in Betrieb genommen wurde.

Diese hundertjährige Entwicklung ist erfüllt von einer großen Zahl wertvoller Erfindungen, die jedoch erst in viel späterer Zeit praktische Erfolge erringen konnten, weil die technischen Hilfsmittel zu ihrer Realisierung noch fehlten. Schon 1870 erfand d'Arlincourt die auch heute noch vielfach verwendete Synchronisierungsmethode nach dem „stop-start-System" und gab auch die Regelung des Gleichlaufs zwischen Sender und Empfänger mit dem Stimmgabelsummer an, die bisher durch keine andere Methode übertroffen worden ist. B i d w e l l arbeitete in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts an der Uebertragung von Lichtbildern mit der lichtempfindlichen Selenzelle, Korn und B e l i n konnten seit etwa 1906 brauchbare Sendungen von Photographien auf Telephonlinien über große Entfernung vornehmen, und schon vor mehr als zwanzig Jahren waren zahlreiche Redaktionen der amerikanischen und westeuropäischen Presse mit Bildempfangsanlagen ausgestattet, während ihre Reporter mit tragbaren Sendern, die an jede Telephonlinie angeschlossen werden konnten, ihre neuesten Bildberichte rasch und sicher übermittelten. In Frankreich war das System B e l i n schon seit Jahren auf mehreren öffentlichen Linien im Gebrauch, und in Amerika standen mehrere Telephongesellschaften in Konkurrenz, um Bildtelegramme auf große Entfernungen über den Kontinent zu vermitteln. 1927 wurde die erste internationale Bildtelegraphenlinie Deutschlands auf der Telephonlinie zwischen Berlin und Wien nach der Methode K a r o l u s - T e l e f u n k e n eingerichtet (Abb. 3), aber schon einige Jahre vorher hatte man begonnen, sich auch ernsthaft mit dem transkontinentalen drahtlosen Bildtelegraphieverkehr zu befassen. 1921 gelang es Belin zum erstenmal, eine Zeichnung von Amerika nach Europa zu übermitteln, die allerdings nur unvollkommen ankam. 1924 konnte er bereits handschriftliche Proben über den Ozean telegraphieren (Abb. 4); 1926 wurde sogar ein regelmäßiger Dienst zwischen den beiden Kontinenten nach dem System von R a n g e r eingerichtet. Auch der Rundfunk wurde durch den Bildfunk ergänzt. Nachdem schon mehrere amerikanische Rundfunkstationen dazu übergegangen waren, Bilder zu senden, die mit Amateurgeräten aufgefangen wurden, folgten in Europa einige Erfinder, unter denen 1928 das System von Baker-Fulton wohl die ersten wirklich befriedigenden Erfolge verzeichnen konnte und daher auch von mehreren Rundspruchstationen eine Zeitlang verwendet wurde, um jedoch aus Mangel an

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Interesse in den breiteren Hörerschichten bald wieder zu verschwinden. (Abb. 5.)

Seither hat die Bildtelegraphie sowohl in technischer wie in organisatorischer Hinsicht sehr bedeutende Fortschritte gemacht. Ständig werden neue Bildtelegraphenämter eingerichtet, die meisten großen Hauptstädte der Welt sind untereinander verbunden, in mehreren Ländern wie Deutschland, Frankreich, Japan und den Vereinigten Staaten, besteht sogar ein dichtes Netz für den allgemeinen Gebrauch. Besonders zahlreich sind auch die interkontinentalen Kurzwellenverbindungen geworden, die heute bereits sämtliche Kontinente umfassen. Presse, Bankwesen, Industrie und Handel wenden sich in steigendem Maße dem bildtelegraphischen Verkehr zu, und es ist anzunehmen, daß in absehbarer Zeit auch das große Publikum die Vorteile dieses Nachrichtenmittels zu schätzen wissen wird. Beispielsweise kann heute schon in Deutschland von jedem Postamt zum Preise von Rm. 1.50 eine Photographie oder ein Schriftstück im Format 9x11 cm oder um Rm. 2.- für das Format 13x18 cm bildtelegraphisch auf-gegeben werden. Die Uebermittlung erfolgt durch ein Netz von Aemtern in allen größeren Städten des Reichs, ferner im Generalgouvernement, Böhmen-Mähren, Elsaß-Lothringen, Luxemburg, in der untern Steiermark, Kärnten und Krain. Solche Bildtelegramme ersetzen längere telegraphische Texte sehr vorteilhaft; vor telephonischen Gesprächen haben sie den Vorteil voraus, Irrtümer durch Hörfehler zu vermeiden.



Abb. 2. **Ein Bildtelegramm vor 80 Jahren**
Blumenbestellung auf der von Caselli 1863 eingerichteten Linie Paris-Lyon-Marseille

Auch in der Schweiz bestand schon vor dem Krieg die Möglichkeit, mit dem Ausland in bildtelegraphischen Verkehr zu treten. Einerseits können mit der Post Bildtelegramme nach mehreren Ländern aufgegeben werden, die als Briefe an das nächstgelegene ausländische Bildtelegraphenamt gehen, von wo aus sie über die Fernsprechverbindungen an den Bestimmungsort gelangen. Anderseits ist der Anschluß transportabler Bildsendegeräte an jedes schweizerische Fernamt gestattet, soweit die Apparate den internationalen Normen entsprechen, über die noch berichtet wird. Auf diese Weise können Zeitungsreporter aktuelle Bilder über schweizerische Ereignisse rasch an ihre im Ausland befindlichen Redaktionen übermitteln, wovon schon des öfteren, besonders bei großen Sportanlässen, Gebrauch gemacht wurde.

Anforderungen an moderne Bildtelegraphiegeräte

Das Grundprinzip der Bildtelegraphie darf als bekannt vorausgesetzt werden. Es sei daher nur kurz erwähnt, daß alle Systeme ihre Aufgabe dadurch lösen, daß sie beim Senden die einzelnen Elemente der Bildvorlage der Reihe nach abtasten; den Helligkeitswerten der einzelnen Bildpunkte entsprechen bestimmte Stromwerte, die der Reihe nach dem Empfänger zugeführt werden. Hier wird das Empfangsbild aus den einzelnen Bildelementen der Reihe nach Punkt für Punkt und Zeile für Zeile wieder zusammengesetzt.

Dieses Ziel kann aber auf sehr verschiedene Art erreicht werden. Bisher haben sich zwei Hauptrichtungen für die Konstruktion bildtelegraphischer

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Apparate herausgebildet, die den mannigfaltigen, an den bildtelegraphischen Verkehr gestellten Anforderungen entsprechen sollen. Wo der Empfang und mitunter auch die Sendung bei den Interessenten selbst erfolgen, wie beim allgemeinen Bildrundfunk, manchen geschäftlichen Zwecken, Polizei und Heerwesen, werden einfach zu bedienende Geräte verwendet, die den unmittelbaren Bildempfang ohne photographische Entwicklung gestatten. Man nennt diese Apparate Faksimilegeräte; sie arbeiten nach sehr verschiedenen Prinzipien, die wir noch später näher kennen lernen werden.

Für den kommerziellen Bildverkehr, wie er sich über Telephonleitungen und Radiostationen zwischen den Aemtern oder nach Zeitungsredaktionen abspielt, müssen dagegen Geräte verwendet werden, die noch höheren Ansprüchen auf die Bildqualität Genüge leisten, weshalb man sich des photographischen Bildempfanges bedient. Da diese Systeme gegenwärtig das größere allgemeine Interesse beanspruchen dürften, seien sie an erster Stelle besprochen.

Bildtelegraphiesysteme mit photographischer Bildaufzeichnung

Bei diesen hochwertigen modernen Systemen wird die Abtastung auf zylindrischen Bildtrommeln vorgenommen, die beim Sender und Empfänger mit gleicher Geschwindigkeit und in der gleichen Phase rotieren. Ganz allgemein hat sich ferner die lichtelektrische Abtastung beim Sender und die photographische Aufzeichnung beim Empfänger eingebürgert. In ihren Einzelheiten weichen jedoch die verschiedenen, in Gebrauch stehenden Systeme stark voneinander ab. Dank den vom C. C. I. T. (Comité Consultatif International des Communications) getroffenen internationalen Abmachungen ist es jedoch gelungen, eine Normung durchzusetzen, die den Bildempfang auf allen europäischen und einigen interkontinentalen Linien im zwischenstaatlichen Verkehr ermöglicht. Diese Normen sehen unter anderem folgende Regeln vor, die einerseits den Wünschen der Presse-Bilderdienste, anderseits den elektrischen Eigenschaften der Telephonleitungen angepaßt sind.

Bildgröße: Der Durchmesser der Bildtrommel ist mit 66 mm festgelegt, ihre Länge soll mindestens den doppelten Durchmesser erreichen. Man kann demnach auf solchen Trommeln Bilder vom Format 13 x 18 cm, einschließlich der für die Versendung nötigen Beschriftungen, unterbringen. Die Abspannfedern dürfen zusammen höchstens 15 mm breit sein.

Raster: Die Abtastung erfolgt mit $5^1/_3$ Linien pro Millimeter.

Uebertragungsdauer: Die Bildtrommeln rotieren mit je einer Umdrehung pro Sekunde. Die Uebertragungsdauer für ein Bild von 13x18 cm Format beträgt dabei 11,5 Minuten.

Träger- und Synchronisierungsfrequenz. Die Bedeutung der Träger- und Synchronisierungsfrequenzen werden wir noch näher behandeln. Hier sei nur festgehalten, daß für die Bildübertragung auf Linien ein Wechselstrom benützt wird, dessen Frequenz mit 1300 Hz festgesetzt wurde, und der vom Bildstrom moduliert wird. Zur Synchronisierung der Sende- und Empfangsgeräte werden Stimmgabelsummer vorgeschrieben, deren Frequenz mit 1020 Hz genormt wurde.

Die großen amerikanischen Presse-Bildagenturen benützen durchwegs ihre eigenen Systeme,

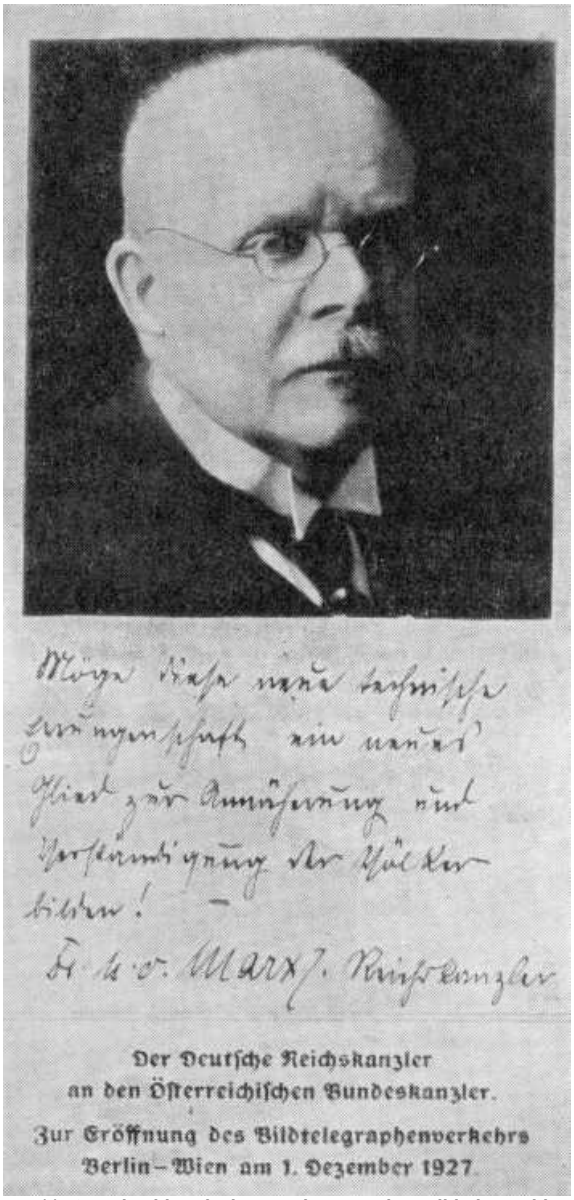


Abb. 3. **Ein historisches Dokument der Bildtelegraphie** Begrüßungstelegramm des deutschen Reichskanzlers Dr. Marx zur Eröffnung der ersten europäischen internationalen Bildtelegraphielinie Berlin-Wien, 1. Dezember 1927. System Siemens-Karolus-Telefunken

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

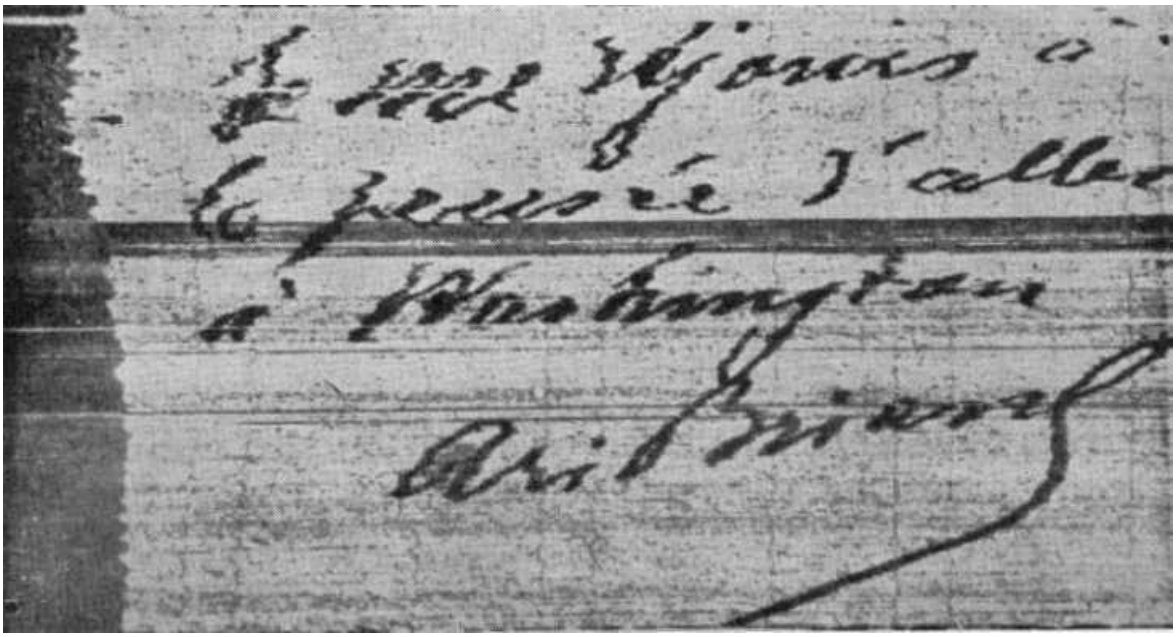


Abb. 4. **Eines der ersten historischen Uebersee-Radio-Bildtelegramme**
Radiobotschaft von Briand aus Frankreich nach den Vereinigten Staaten, gesendet nach dem System Belin, im Jahre 1924

die zum überwiegenden Teil von diesen Normen abweichen. Dies gilt auch für die meisten Geräte im Dienst der amerikanischen Telephongesellschaften und internationalen Kurzwellenverbindungen; einige dieser Apparatetypen wollen wir in ihrer prinzipiellen Arbeitsweise noch kennen lernen, um zu zeigen, wie die gleichen Ziele mit verschiedenen Mitteln erreicht werden.

Der prinzipielle Aufbau moderner Bildtelegraphiegeräte

Die ortsfesten Bildtelegraphiegeräte von Siemens & Halske, Berlin, wie sie auf den Linien der Deutschen Reichspost in Gebrauch stehen (vgl. Abb. 6, schematische Darstellung) arbeiten wie folgt: Links auf der Zeichnung ist der

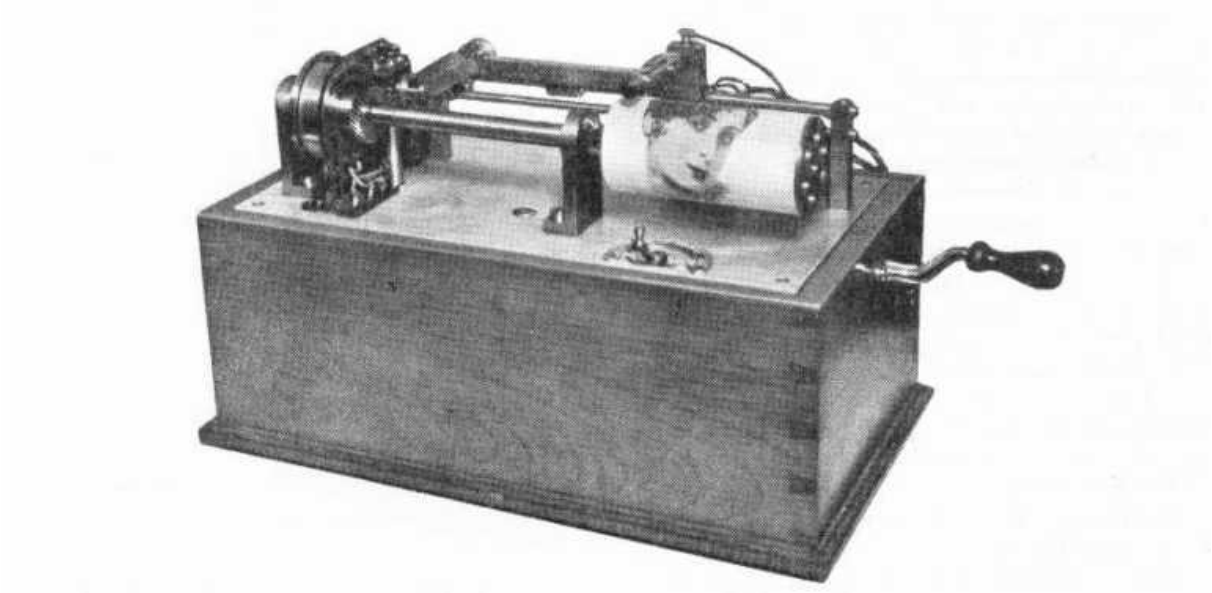


Abb. 5. **Der Fultograph-Bildempfänger**
eines der ersten offiziell in Gebrauch genommenen Amateurgeräte für den Bildrundfunk mit elektrochemischer Aufzeichnung aus dem Jahre 1927

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

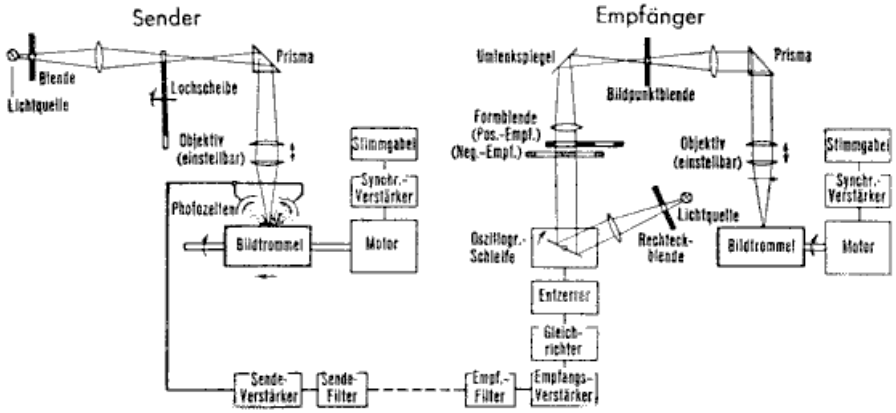


Abb. 6. **Schematische Darstellung eines ortsfesten Bildtelegraphengerätes** (Siemens & Halske)

Sender, rechts der Empfänger angeordnet. Beim Sender wird die Wendel einer kleinen, lichtstarken Glühlampe mit einer Blende, einem Kondensator, Prisma und verstellbarem Objektiv als scharfer, viereckiger Lichtfleck von Zeilenbreite auf der Bildtrommel abgebildet. Diese wird von einem Motor in Drehung versetzt, wobei der gleichmäßige Lauf durch einen Stimmgabelsummer geregelt wird. Gleichzeitig verschiebt sich die Bildtrommel seitlich und wird dabei von dem Lichtfleck spiralig abgetastet. Die Bildvorlage wird also in einen schmalen Streifen zerlegt, auf dem der Lichtfleck weiterschreitet. Je nach der Helligkeit der getroffenen Bildteile wird mehr oder weniger Licht gegen zwei symmetrisch angeordnete Photozellen geworfen und dadurch ein den Tonwerten der Bildpunkte entsprechender Photozellenstrom ausgelöst.

Gleichzeitig wird außerdem der Lichtstrahl von einer rotierenden Lochscheibe im Rhythmus von 1300 Hz zerhackt. Diese Vorrichtung dient jedoch nicht dazu, die Auflösung der Bildvorlage in einzelne Bildpunkte zu bewerkstelligen, obwohl diese Wirkung als Nebenerscheinung eintritt, sondern eine Trägerfrequenz zu erzeugen, die zur Verstärkung des Bildstromes und für seine Weiterleitung über das Fernkabel notwendig ist.

Im Empfänger wird das Licht einer Glühlampe durch eine Rechteckblende geworfen und von einer Kondensatorlinse gegen den Spiegel einer Oszillographenschleife gelenkt, dort reflektiert und durch eine Formblende, einen Umlenkspiegel, die Bildpunktblende, ein Prisma und ein einstellbares Objektiv, als viereckiger Leuchtfleck von Zeilenbreite auf die Bildtrommel projiziert.

Die Empfängerwalze wird von einem Motor in Drehung gesetzt, der mit dem Sendermotor durch einen genau abgestimmten Stimmgabelsummer synchron gehalten wird. Beim Empfänger wandert jedoch im Gegensatz zum Sender das optische System die Trommel entlang, während diese selbst ihre Lage nicht verändert. Dies geschieht aus mechanischen Gründen; die Bildtrommel ist abnehmbar, um den lichtempfindlichen Bildträger in einem lichtdichten Gehäuse rasch aufsetzen und entfernen zu können; eine verschiebbare Trommel würde die Konstruktion erschweren.

Die Oszillographenschleife des Empfängers wird vom eintreffenden, verstärkten und gleichgerichteten Bildstrom gesteuert und lenkt den Strahlengang des Lichtes im Rhythmus der Bildstromschwankungen ab. Die nachfolgende Formblende ist so gestaltet, daß sich die Lichtintensität des Leuchtfleckes auf der Bildtrommel je nach der Spiegelstellung verändert, wobei das Bild, entsprechend den Helligkeitswerten der aufeinanderfolgenden Bildpunkte, aufgezeichnet wird. Man kann dabei das Bild nach Wahl positiv oder negativ aufnehmen. Beim Positivempfang läßt die Oszillographenschleife in ihrer Ruhestellung kein Licht durch, beim Negativempfang ist es gerade umgekehrt. Um zu vermeiden, daß die Bilder seitenverkehrt wiedergegeben werden, muß außerdem beim Umschalten vom Positiv- zum Negativempfang die Drehrichtung des Motors gewechselt werden.



Abb. 7. **Schematische Darstellung des Vorgangs einer Bildübertragung bei Positiv- und Negativempfang**
(Nach H. Bitter Siemens-Fernmeldetechnik)

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Positivbilder auf Papier haben den Vorteil, ohne weiteres Kopierverfahren unmittelbar entwickelt werden zu können. Negativbilder auf Film werden vorgezogen, wenn mehrere Reproduktionen anzufertigen sind. Man muß daher bei der Aufgabe eines Bildtelegramms gleich anführen, ob der Empfänger ein Papierpositiv oder ein Filmnegativ erhalten soll.

Der ganze Vorgang der Bildübertragung ist schematisch in Abbildung 7 dargestellt. Man sieht, von oben nach unten schreitend, wie die Helligkeitsverteilung auf der Bildvorlage in der Photozelle proportionale Bildströme hervorbringt, die die Trägerfrequenz auf der Leitung modulieren. Im Empfänger erfolgt vorerst die Gleichrichtung des Bildstroms, der dann das Lichtrelais, entsprechend den Bildstromamplituden, aussteuert und mit Hilfe der Formblende entweder ein positives oder ein negatives Bild aufzeichnet.

Bei dem ortsfesten Bildempfänger ist die ganze Einrichtung übersichtlich in einem Pult angeordnet (Abb. 8). Rechts liegt die in einer lichtdichten Kassette untergebrachte Bildtrommel unter der Tischplatte versenkt, wo sie durch ein Beobachtungsrohr betrachtet werden kann. Die Trommel wird beim Gebrauch durch eine Oeffnung in der Seitenwand eingeschoben. Die übrigen Teile, wie die Stimmgabel mit dem Synchronisierungsverstärker, ein Ueberwachungslautsprecher und die Meßinstrumente, sind an der Rückwand befestigt. Das Gerät kann unmittelbar an das Wechselstromnetz von 110 V oder 220 V angeschlossen werden.

Da der Bildsendedienst in erster Linie für die Zeitungsberichterstattung von Bedeutung ist, müssen auch tragbare Koffer-Bildsender (vgl. Abb. 9) verwendet werden, um die Uebertragung auf rascheste Weise und ohne Zeitverlust bewerkstelligen zu können. Er weicht in seinem prinzipiellen Aufbau von der bereits geschilderten ortsfesten Anlage nicht ab, nur ist er entsprechend leichter und einfacher gebaut. Er entspricht den vom CCIT festgelegten Normen. Die Bildvorlage wird mit einem seitlich einfallenden Lichtstrahl abgetastet, dessen reflektiertes Licht nur eine einzige Photozelle erregt. Der Leuchtfleck, der auf die Bildtrommel geworfen wird, ist etwas größer als der Bildpunkt selbst, der erst später mit Hilfe eines Objektivs und einer Blende sozusagen „herausgeschnitten“ wird, wie dies beim Bildsender von Belin (Abb. 11) noch erläutert wird. Die Trägerfrequenz von 1300 Hz wird mit der rotierenden Lochscheibe hergestellt. Zur Synchronisierung dient eine Stimmgabel mit 510 Hz, also der Hälfte der Normalfrequenz, die ja an jeder Bildempfangsstelle vorhanden ist und daher zur Herstellung des Gleichlaufs verglichen werden kann.

Die Verständigung mit der Empfangsstelle geschieht mit einem gewöhnlichen Mikrotelephon, das



Abb. 8. **Ortsfester Bildtelegraphenempfänger** (Siemens & Halske)

1 Empfangsverstärker. 2 Meßinstrument. 3 Synchronisierverstärker. 4 Frequenzregler. 5 Empfangsabtaster. 6 Phaseneinstellung. 7 Beobachtungsrohr. 8 Schalterplatte. 9 Umschalfefeld. 10 Lautsprecher. 11 Sprechgerät. 12 Bildtrommel mit Kassette

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

an Stelle des Bildsenders wahlweise eingeschaltet wird. Für die Stromversorgung genügen zwei Edison-Akkumulatorenbatterien mit 40 Ah Kapazität, die für einen sechsstündigen Betrieb ausreichen. Sie speisen die Abtastlampe, die Zusatzlampe, den Antriebsmotor, die Erregerwicklung des Tonrades und den Mikrophonstromkreis. Die Anoden- und Photozellenspannung sowie die Gittervorspannung entstammen einer gewöhnlichen Rundfunk-Anodenbatterie. Die Stromquellen und der Synchronisierverstärker sind in einem zweiten Handkoffer untergebracht. Das Gesamtgewicht beider Koffer, einschließlich der Akkumulatoren, beträgt etwas weniger als 60 kg.



Abb. **9. Koffer-Sendegerät** (Siemens & Halske, gemeinsam mit Reichspostzentralamt)
1 Antriebswelle. 2 Bildtrommel. 3 Vorschubspindel. 4 Meßinstrument. 5 Abtastlampe mit Kondensator. 6 Optik. 7 Sendeverstärker. 8 Beobachtungsrohr. 9 Photozelle. 10 Kuppelung

Auch der französische Pionier der Bildtelegraphie B e l i n verwendet Geräte, die nach ähnlichen Prinzipien aufgebaut sind. (Vgl. Abb. 10.) Belins optische Abtastung (Abb. 11a) ist ähnlich eingerichtet wie beim Siemens-Kofferempfänger. Er konzentriert von einer seitlich angebrachten Lichtquelle L mit einer Kondensatorlinse K einen Leuchtfleck 0 auf der Bildtrommel, der jedoch größer ist als der abzutastende Bildpunkt. Dieser Leuchtfleck wird in beträchtlicher Vergrößerung gegen eine Blende B projiziert, deren Durchmesser gerade so groß ist, daß sie ein Lichtbündel durchtreten läßt, welches dem geforderten Bildpunkt von 0,19 mm Seitenlänge entstammt. Dieses Strahlenbündel tritt in den Dunkelkasten ein, wo es auf eine Photozelle Ph fällt. In diesem Kasten ist auch ein Verstärker für den Photozellen-Bildstrom untergebracht. Die Trägerfrequenz wird durch Unterbrechung des Lichtstrahls mit einem rotierenden Zahnrad S hergestellt.

Für den Empfang hat Belin als Erster einen Spiegeloszillographen verwendet, und zwar von ähnlicher Bauart, wie wir ihn beim Siemens-Apparat kennen lernten. Die Halbtöne werden durch eine Formblende hervorgebracht, deren Profil in Abb. 11b ersichtlich ist. Ueber diese Blende wandert der vom Spiegel des Oszillographen reflektierte Lichtfleck, so daß — je nach der den Bildströmen entsprechenden Spiegelstellung — mehr oder weniger Licht durch die Blende tritt und von einer Viereckblende und einem Mikroskopobjektiv auf den lichtempfindlichen Bildträger als Lichtfleck in Bildpunktgröße konzentriert wird. Es ist klar, daß auf solche Weise nach Wunsch ein positives oder beim Umdrehen der Blende ein negatives Bild erhalten wird, obwohl zur einwandfreien Wiedergabe der Tonwerte für den Positiv- oder Negativempfang verschieden geformte Blenden verwendet werden müssen, da die Gradation der Emulsion von Bromsilberpapier und Film verschieden ist. Der Blendenausschnitt wird daher für beide Fälle und für jedes lichtempfindliche Material durch Versuche festgestellt. Belin hat auch einen sehr handlichen Koffersender hergestellt, der von vielen Zeitungsunternehmen benützt wird.

Während sich bei der Bildsendung die Abtastung mit reflektiertem Licht und Photozelle allgemein durchgesetzt hat, werden für den photographischen Empfang auch andere Mittel als der Spiegeloszillograph verwendet. Beispielsweise benützen die Bell-Company in Amerika und andere, wie früher auch Lorenz-Korn, Berlin, Saitengalvanometer, die den Lichtstrahl einer konstanten Lichtquelle nach den Impulsen des Bildstroms mehr oder weniger abschneiden und dadurch die Helligkeit des Abtastpunktes auf dem lichtempfindlichen Bildträger variieren. Dagegen hat die von Karolus-Telefunken verwendete Kerrzelle schon an Bedeutung verloren, da sie eine ziemlich komplizierte Einrichtung fordert Zahlreiche amerikanische Firmen und Erfinder sowie in letzter Zeit auch Lorenz-Korn verwenden in steigendem Maß als Lichtquelle im Empfänger Gasentladungslampen, deren Helligkeit vom Bildstrom selbst gesteuert wird, was eine kaum zu überbietende Vereinfachung bedeutet. Allerdings ergeben sich dabei Schwierigkeiten in der tongetreuen Uebertragung, die mit Hilfe einer passenden Formblende bei dem

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

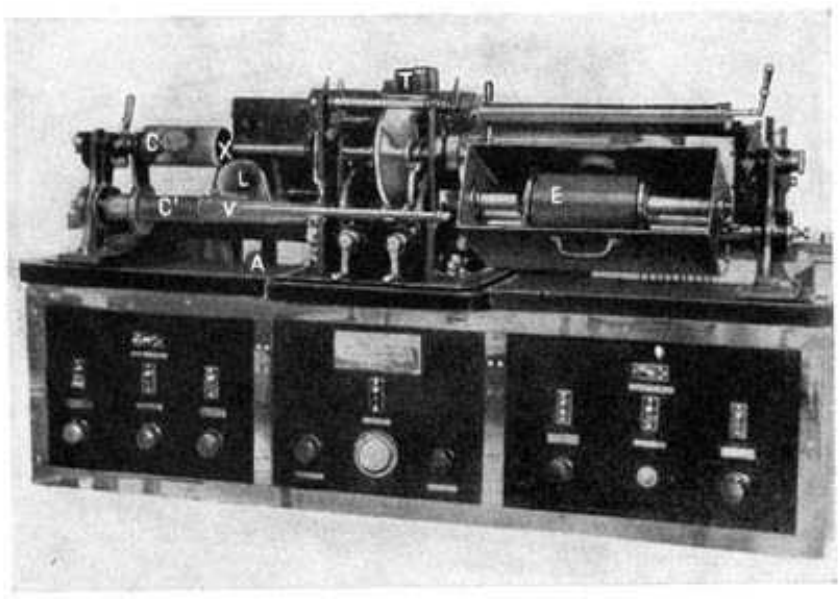


Abb. 10. **Ortsfester Bildsender und Empfänger von Belin**

C Bildtrommel. C Schlitten. X Bildtrommelachse. L Kondensatorlinse. V Vorschubspindel. A Lampe. T Neonlampe zur Frequenzmessung. E Empfangs-Bildtrommel in lichtdichter Kassette

früher genannten Verfahren verhältnismäßig leicht erreichbar ist. Man behilft sich aber durch entsprechende, der Emulsion angepaßte Verzerrung der Verstärkerkurve, wodurch dieser Mangel weitgehend ausgeglichen werden kann.

Die in Prangins in Betrieb gesetzte Anlage der „Radio Schweiz", die von der Times Telephoto Equipement Inc., Vereinigte Staaten von Amerika, stammt, bedient sich gleichfalls einer vom Bildstrom gesteuerten Gasentladungslampe zur Aufzeichnung der zu empfangenden Bilder. Dieser Apparat wird später noch genauer beschrieben.

Ueberhaupt weisen die amerikanischen Geräte mehrere Eigentümlichkeiten auf. Die Umdrehungszahl der Bildtrommeln liegt in der Regel bei etwa hundert Touren pro Minute. Man verwendet demgemäß je nach dem System auch eine höhere Trägerfrequenz, meist zwischen 1800 bis 2400. Für den Empfang werden hartkopierende Filme benützt. Kodak hat ein Spezialmaterial auf dünner Zelluloidunterlage herausgebracht, das sich leicht auf die Trommel spannen läßt und dessen Emulsion zwischen dem üblichen Aufnahmematerial und dem Positiv-Kinofilm liegt. Die Schicht ist derart präpariert, daß sie sich rasch fixieren, waschen und trocknen läßt.

Die auf einem ausgedehnten Leitungsnetz verwendeten Apparate der Bell-Telephon Co. gestatten eine Bildgröße von 27,8×43 cm. Solche Photographien lassen sich nach dem Empfang verkleinern und gewinnen dadurch eine Schärfe, die sie dem Original vollkommen gleichwertig werden läßt. Dies ist für den Bilderdienst der großen Magazinzeitschriften sehr wichtig, um so mehr als diese sehr häufig auch Farbenphotos nach dem Dreifarbenverfahren telegraphieren lassen.

Einfacher gebaut sind die Apparate der großen Pressebildagenturen, die vor allem auf leichte Bedienbarkeit der durchweg transportablen Sender achten. Das Acme News System Picture Syst. verfügte zur Zeit des Kriegsausbruchs über ein Netz von 27 Stationen auf den Telephonlinien in den Vereinigten Staaten, Associated Press über etwa 40 Stationen, denen außerdem zahlreiche transportable Sender beigegeben sind. Wide World betreibt mehr als 40 Stationen in den Vereinigten Staaten, in den Hauptstädten Lateinamerikas und anderer Kontinente, die über Telephonleitungen oder Kurzwellensender miteinander in Verbindung stehen (Abb. 12). Viel benützt werden auch die Geräte der Finch Telecommunications, ferner des Internat. News Photo System, ganz abgesehen von den großen Firmen wie Westinghouse oder R C A, welch letztere besonders auf dem Gebiete der drahtlosen Uebertragung grundlegende Fortschritte erzielen konnte.

Abb. **11 a. Schema der Lichtabtastung beim Belinschen Bildsender**
L Lichtquelle. K Kondensatorlinse O Lichtfleck. C Bildtrommel. Obj. Mikroskopobjektiv. S Lochscheibe M Motor. O' vergr. Abbildung eines ausgeleuchteten Bildpunktes. B Blende Ph Photozelle

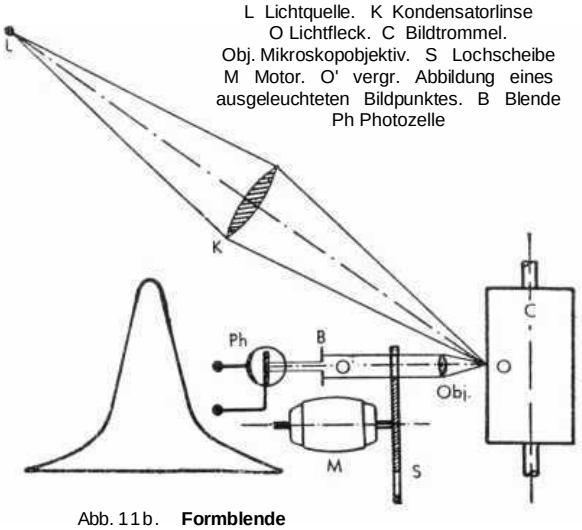


Abb. 11b. **Formblende des Belinschen Bildempfängers zur Erzielung der Tonwerte bei der Bildabtastung**

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Die Bildschärfe und ihre Bedingungen

Nach welchem System auch die Bildtelegraphiegeräte konstruiert sein mögen, sie müssen gewissen Forderungen entsprechen, ohne die keine befriedigende Uebertragung Zustande kommen kann.

Die Größe und damit auch die Zahl der Bildpunkte muß so gewählt sein, daß sie dem Auflösungsvermögen des menschlichen Auges entsprechen. Da wir bei der mittleren Betrachtungsentfernung von 30 cm kleinere Flächen als solche mit 0,15 bis 0,2mm Seitenlänge nicht mehr unterscheiden können, so war es möglich, den Zeilenabstand mit 0,19mm festzulegen, was 5 $^1/_3$ Zeilen pro Millimeter entspricht. Man erreicht damit den Detailreichtum einer guten Photographie, wenn sie ohne Vergrößerungsglas betrachtet wird.

Auch die Bildschärfe ist bei dieser Abtastung hinreichend, obgleich scharf abgesetzte Tonwertsprünge, je nach ihrer Lage auf dem Bilde, fast immer etwas verwaschen sein müssen. Nur wenn die Grenze, an denen zwei Tonwerte aneinanderstoßen, genau parallel zur Zeilenrichtung verläuft und außerdem eine Kante der Abtastpunkte diese Grenze entlanggeht, dann wird sie scharf wiedergegeben. Dies rührt daher, daß die Bildpunkte meist gleichzeitig Teile des hellen und des dunklen Grenzgebietes abtasten, dessen mittlere Helligkeit dann wiedergegeben wird, was zu einer geringfügigen Verwaschung bis zum Höchstausmaß der doppelten Zeilenbreite führen kann. Da jedoch das Auflösungsvermögen von Zeitungsbildern im Druck bei 2,5 bis 3 Bildzeilen liegt, so spielt dieser Umstand in der Regel keine Rolle. Auch läßt sich trotz dieser Verwaschung Schrift von l mm Buchstabenhöhe aufwärts gut übertragen.

Die tonwertrichtige Wiedergabe

Außer der Schärfe und dem Detailreichtum muß auch die tongetreue Wiedergabe gefordert werden. Während nun der Bildstrom der Photozelle den Helligkeitswerten bei der Abtastung im Sender proportional verläuft, so besteht bis heute noch keine geeignete Emulsion für die photographische Aufzeichnung, deren Schwärzungskurve linear ist. Dazu kommt noch, daß man nach Wahl entweder ein Negativ oder ein Positiv empfangen will, was gleichfalls zu wechselnden Anforderungen führt.



Abb. 12. **Bildübertragungsraum der Wide World Photo Co.**

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

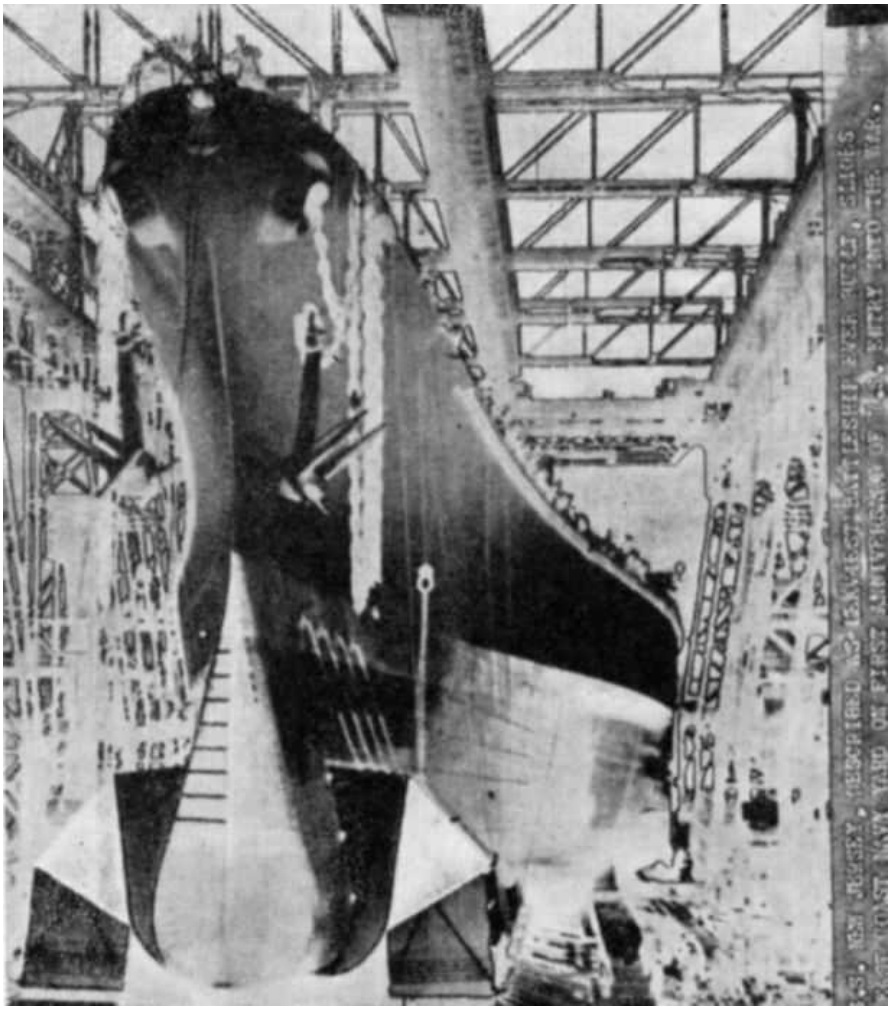


Abb. 13. **Positivabzug eines empfangenen Bildnegativs, dessen Tonwerte infolge falscher Sendereinstellung zum Teil umgekehrt sind** Radio Schweiz

Beim Negativempfang kann man ohne weiteres eine rechteckige Formblende benützen. Wohl ergibt sich infolge der nichtlinearen Schwärzungskurve des Negativfilms eine unrichtige Wiedergabe der Tonwerte, aber man kann diesen Mangel durch Verwendung eines angepaßten Kopierpapiers vollkommen ausgleichen. Beim direkten Empfang eines Positivs ist diese photographische Korrektur jedoch nicht möglich. Wohl läßt sich eine Formblende verwenden, die jedoch derart schmal zuläuft, daß sie einen erheblichen Lichtverlust verursacht. Deshalb ist es besser, die Tonwerte durch einen nichtlinear arbeitenden Verstärker zu entzerren. Bei den neuesten, von der Deutschen Reichspost verwendeten Geräten wird nach einem Vorschlag von H e i n t z e und Schönfeld und der technischen Ausarbeitung von N o a c k und Kranz ein Verfahren angewendet, das sowohl für den Negativ- wie für den Positivempfang die gleiche nichtlineare Verstärkungskurve benützt und die dadurch beim Negativempfang entstehende Verzerrung der Tonwerte mit einer exponentiellen Formblende beseitigt.

Durch Veränderung der Verstärkercharakteristik oder der Formblende kann man außerdem die Wiedergabe der Tonwerte weitgehend beeinflussen und nach Wunsch ein flaueres oder kräftigeres Bild erhalten.

Mitunter treten eigenartige Verfälschungen der Tonwerte auf. Wenn die Lichtsteuerung im Empfänger auf zu hohe Verstärkung eingestellt wird, dann werden beim Positivempfang alle Tonwerte ins Weiß verschoben und verschwinden in den helleren Bildpartien völlig. Beim Negativempfang aber werden die dunklen Bildstellen bis zu den Tonwerten wiedergegeben, bei der die Negativblende voll ausgesteuert wird, während die noch helleren Bildteile wieder dunkler werden, so daß eine teilweise Umkehrung des Bildes eintritt. Das gleiche Ergebnis entsteht, wenn beim Sender die Oszillographenschleife falsch eingestellt ist oder die Abtastung der hellsten Bildteile der Vorlage nicht auf die Uebertragung von Bildweiß eingeregelt wurde. Das sonderbare Empfangsergebnis, das unter solchen Umständen eintrifft, läßt sich aus dem Positivabzug eines solchen Bildfilms (Abb. 13) ersehen, der bei den ersten Versuchen zur Uebertragung von Photographien aus Amerika in die Schweiz, im Dezember 1942, infolge einer falschen Einstellung des Senders in der Empfangsstation Prangins aufgenommen wurde. Bei der Beurteilung dieser Abbildung ist zu beachten, daß sie die Tonwerte umgekehrt zeigt wie das empfangene Original-Negativ.

Die Trägerfrequenz und ihre Bedeutung

Die Breite des für die elektrische Uebertragung erforderlichen Frequenzbandes wird von der Größe der Bildpunkte und der Abtastgeschwindigkeit bestimmt. Bei der üblichen Bildtelegraphiegeschwindigkeit wechselt die Bildfrequenz, je nach der verwendeten Bildunterlage, zwischen 0, wenn eine gleichmäßige Fläche abgetastet wird, bis zu 550 Hz

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ



Abb. 14. **Bildtelegramm, das infolge falscher Phaseneinstellung in zwei Teile geteilt erscheint.** Die Unschärfe rührt von der doppelten Uebertragung Algier-New York und New York-Schweiz her Radio Schweiz

bei rasch aufeinanderfolgenden Tonwertänderungen. Man muß also mindestens diese Frequenzen über normale Telephonleitungen oder die Radiostationen senden können. Dies wird dadurch erreicht, daß man mit diesem Frequenzband einen Trägerwechselstrom von 1300 Hz moduliert und diesen mit seinen beiden Seitenbändern überträgt, also den Frequenzbereich zwischen 750 bis 1850 Hz ausnützt. Dieser Träger ist aber auch erforderlich, um den Bildstrom mit den üblichen Einrichtungen verstärken zu können.

Die Trägerfrequenz von 1300 Hz wurde aus mehreren Gründen gewählt. Vor allem ist eine Frequenz erforderlich, die mindestens zweimal so hoch liegt wie die Bildfrequenz, denn sonst würden sich das niederfrequente Band mit dem modulierten Träger überschneiden, wodurch die Wiedergabe verzerrt wäre. Tatsächlich läßt sich die Trägerfrequenz als feine Perlung der abgetasteten Linien auf dem empfangenen Bild erkennen, wenn dieses unter der Lupe betrachtet wird.

Ferner ist das Frequenzgebiet um 1300 Hz für die Sendung auf Telephonlinien sehr geeignet, da hier die Unterschiede in der Laufzeit der verschiedenen Frequenzen gering ist. Selbst Abweichungen von 0,001 Sekunden wirken sich nämlich schon stark störend aus, weshalb man übrigens beim Fernkabel für größere Entfernungen als 100 bis 200 km nur leicht bespulte Leitungen benützt.

Um Störungen beim Empfang zu vermeiden, werden außerdem die unter und über dem verwendeten Frequenzband liegenden Frequenzen, wie solche auf den Linien hinzutreten können, an der Empfangsstelle weggefiltert.

Die Trägerfrequenz kann auf verschiedene Weise erzeugt werden. Auf elektrischem Wege entstammt sie einem Röhrengenerator, der noch eine Gleichstromverstärkerstufe im Sendeverstärker erfordert. Mechanisch läßt sie sich erzeugen, indem zwischen der Bildpunktblende und der Photozelle eine Lochscheibe oder ein Zahnrad in Rotation versetzt wird, die den Lichtstrom zerhackt. Diese mechanische Einrichtung muß äußerst präzis ausgeführt sein, um einen gleichmäßigen Träger herzustellen. Die amerikanische Bell-Telephon Co. benützt daher beispielsweise zum Zerhacken des Lichtstroms ein Doppel-Saitengalvanometer, das eine rein sinusförmige Trägerfrequenz ergibt.

Herstellung von Gleichlauf und Phase

Wenn Sender und Empfänger zwar gleichmäßig, aber mit etwas verschiedener Umdrehungszahl laufen, dann werden sich die Zeilen des

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ



Abb. 15. **Faksimile-Empfänger für Heimzeitungen,** im regelmäßigen Bildfunk-Zeifungsdienst der St. Louis-Post Dispatch verwendet. Der Apparat wird automatisch ein- und ausgeschaliet und druckt die einlaufenden Nachrichten mittels Karbonstoff auf eine Papierrolle (System Young — R. C. A.)

empfangenen Bildes gegenseitig verschieben, so daß eine rhombusförmige Verzerrung des rechteckigen Formates entsteht. Bei der üblichen Bildgröße 13x18 cm wird keine größere Bildschiefe als höchstens 1,5 mm zugelassen, was eine Uebereinstimmung zwischen den Drehzahlen der Sender und Empfängertrommel von mindestens 10^{-5} erfordert.

Der Gleichlauf kann auf verschiedene Weise hergestellt werden. Schon vor Jahrzehnten hat Korn vorgeschlagen, sämtliche Wechselstromnetze der Welt zu synchronisieren und für den Antrieb Synchronmotoren zu benützen. Ein solches Netz hätte noch nebenbei den Zweck, alle entsprechend eingerichteten elektrischen Uhren auf genauem Gang zu halten. Ein weiteres, schon erwähntes Mittel ist die stop-start Methode. Man läßt die Sendewalze gleichmäßig rotieren, die Empfangswalze aber etwas voraneilen und nach jeder Umdrehung für einen Bruchteil der Sekunde arretieren. Der Sender gibt seinerseits nach jeder vollendeten Umdrehung einen Impuls, der die Empfängerwalze über eine mit einem Relais verbundene Kuppelung wieder für die nächste Umdrehung in Gang setzt. Dieses Verfahren wird für Bildempfänger, an die keine hohen Anforderungen gestellt werden, auch heute häufig verwendet. Für die Präzisionsgeräte im internationalen Nachrichtenverkehr wird aber die örtliche Synchronisierung mit der Stimmgabel vorgezogen, die äußerst genau arbeitet. Man erzeugt beispielsweise mit einem Stimmgabelsummer eine Normalfrequenz und belastet den Antriebsmotor der Geräte mit einem Tonrad. Dieses arbeitet auf einen Widerstand, dessen Größe von den Veränderungen der Frequenzen des Stimmgabelsummers und Tonrades abhängt. Dadurch wird der Antriebsmotor immer in gleicher Tourenzahl gehalten, und da außerdem die Stimmgabeln des Senders und Empfängers genau aufeinander abgestimmt werden, müssen die beiden Geräte synchron laufen.

Der Stimmgabelsummer besteht aus einem Röhrengenerator, in dessen Rückkoppelungskreis eine elektrisch erregte Stimmgabel geschaltet ist. Da schon sehr geringe Temperaturschwankungen die Frequenz ändern, sind die Stimmgabeln entweder aus temperaturunempfindlichen Legierungen, wie Elinvar, hergestellt, oder sie werden in Thermostaten eingebaut. Niedrige Frequenzen erweisen sich als stabiler; man stellt deshalb bei einigen neueren Geräten Stimmgabeln mit der Frequenz 510 Hz ein und verdoppelt diese durch Doppelweggleichrichtung auf die genormte Frequenz von 1020 Hz.

Zur Einstellung der eigenen Stimmgabel beim Empfänger dient eine vom Stimmgabelsummer gespeiste Glimmlampe, mit der man eine mit dem Motorantrieb verbundene Stroboskopscheibe betrachtet. Sobald die Scheibe stillzustehen scheint, ist die Tourenzahl des Motors richtig eingestellt. Dann folgt noch die Abgleichung der eigenen Stimmgabelfrequenz mit derjenigen des Senders, bis zwischen den beiden Frequenzen keine Schwebungen mehr bestehen. Diese Regelung wird im Verlauf der Bildsendungen von Zeit zu Zeit wiederholt.

Ebenso wichtig ist die Einhaltung der gleichen Phase. Wenn die beiden Trommeln nicht ihre Rotationen in der gleichen Lage beginnen, dann wird das empfangene Bild bei der Abtastung in zwei Teile geteilt (Abb. 14), wobei die Haltespange der Sendertrommel als trennendes Band abgebildet wird. Um solche Phasenfehler zu vermeiden, gibt es mehrere Methoden, die durchwegs darauf hinzielen, bei jedem Umlauf einen kurzen Stromschritt mit der Frequenz 1300 Hz über die

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

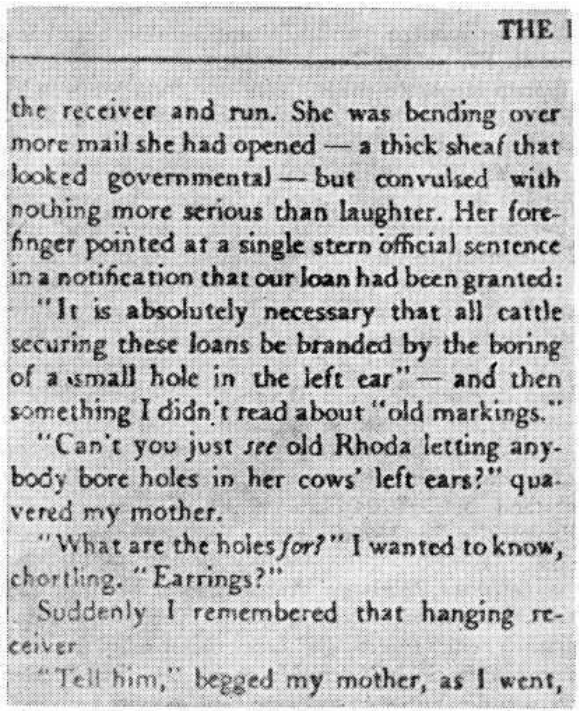
Leitung oder einen entsprechenden Impuls über den Radiosender zu schicken. Man kann hiezu beispielsweise eine Nockenscheibe an der Sendetrommel verwenden, die einen Kontakt betätigt. Beim Empfänger leuchtet in diesem Augenblick eine Glimmlampe auf, die eine bestimmte Lage der Sendetrommel anzeigt. Die Empfangstrommel trägt ihrerseits eine geeignete Blende, durch die man die Lampe betrachtet. Sobald diese durch die Blende nicht abgedeckt wird, ist die richtige Phase eingestellt, die am Empfänger durch Drehen des Tonradständers reguliert wird.

Die Geräte für Dauerbetrieb sollen so beschaffen sein, daß die Auswechslung der Bilder während des Betriebes rasch erfolgen kann. Die Bildtrommel des Senders muß also angehalten werden können, um eine neue Vorlage aufzuspannen, und anschließend wieder phasenrichtig anlaufen. Beim Empfänger muß die Kassette mit dem lichtempfindlichen Aufnahmematerial leicht aufgesetzt und wieder abgenommen werden können, ohne beim Aus- und Einkuppeln den phasenrichtigen Gleichlauf zu stören. Um diese Forderungen zu erfüllen, wurden zahlreiche mechanische Systeme konstruiert, die mit Hilfe von Reibungskuppelungen, Anschlägen und Zahnrädern die Bildtrommeln bei laufendem Motor freigeben und wieder phasenrichtig anlaufen lassen. In manchen Fällen sind außerdem automatisch wirkende Arretierungen vorgesehen, die bei Beginn jeder Sendung die Trommeln sender- und empfängerseitig phasenrichtig freigeben. Beispielsweise können die zahlreichen Bildempfänger der Bell-Telephon Co., die über die ganzen Vereinigten Staaten verteilt sind, von jedem Sender aus automatisch in Bewegung gesetzt werden und daher ohne weiteres Zutun das gleiche Bild empfangen, wie dies bei allen wichtigeren Pressebildberichten oft der Fall ist.

Faksimile - Bildtelegraphie

Neben dem photographischen Empfang gibt es zahlreiche Methoden, die den Zweck verfolgen, ohne weitere Entwicklung sofort ein sichtbares Bild aufzuzeichnen. Sie sind jedoch bisher noch nicht imstande, verschiedene Tonwerte wiederzugeben, weshalb man als Sendevorlage entweder Schwarz-Weiß-Bilder, wie Druckschrift, Zeichnungen usw. verwenden muß, oder die Halbtonbilder, wie Photographien, vorerst in ein Rasterbild umwandelt (Abb. 18, 19, 20). Es ist aber auch möglich, diese Rasterung auf elektrischem Wege zu erreichen, worüber weiter unten noch berichtet wird. Man bezeichnet alle Systeme zur unmittelbaren Wiedergabe ohne photographischen Entwicklungsprozeß als Faksimile-Bildempfänger.

Beim Empfang solcher Bilder werden die einlangenden Bildstromstöße als feine Punkte und Striche wiedergegeben. Vielfach wird zu diesem



THE

the receiver and run. She was bending over more mail she had opened — a thick sheaf that looked governmental — but convulsed with nothing more serious than laughter. Her forefinger pointed at a single stern official sentence in a notification that our loan had been granted:

"It is absolutely necessary that all cattle securing these loans be branded by the boring of a small hole in the left ear" — and then something I didn't read about "old markings."

"Can't you just *see* old Rhoda letting anybody bore holes in her cows' left ears?" quavered my mother.

"What are the holes *for?*" I wanted to know, chortling. "Earrings?"

Suddenly I remembered that hanging receiver.

"Tell him," begged my mother, as I went,

Abb. 16. **Ausschnitt** aus einem faksimilierten Zeitungsblaft das mit dem Karbonschreiber von Young (RCA) empfangen wurde (siehe Abb. 15)

Zweck ein magnetisches oder elektrodynamisches Schreibsystem benützt, dessen Stift gegen die Schreibfläche auf ein Karbonpapier gedrückt wird. Andere Verfahren benützen einen feinen Tintenstrahl, der durch eine ähnlich arbeitende Vorrichtung abgelenkt oder freigegeben wird. Auch gefärbtes, flüssig erhitztes Wachs wird mitunter auf die Schreibfläche aufgetragen, auch das älteste bekannte Verfahren, chemisch präpariertes Papier, das sich unter dem Stromfluß verfärbt, findet immer mehr Anwendung. Die Qualität der Wiedergabe reicht zwar an den photographischen Bildempfänger nicht heran, ist jedoch bei den modernsten Konstruktionen erstaunlich gut. Diese Verfahren haben besonders auch für die Kriegführung große Bedeutung gewonnen, die sich der bildtelegraphischen Uebermittlung von Plänen und Photographien vielfach bedient. Als Beispiel sei erwähnt, daß die Finch Telecommunications Inc. für die amerikanische Armee ein System ausgearbeitet hat, um Fliegeraufnahmen raschestens vom Flugzeug aus zu senden. Zur Photoaufnahme dient ein Negativpapier, das in einer Minute entwickelt und sendebereit ist. Zur Uebertragung dient ein frequenzmodulierter Sender, die Synchronisierung erfolgt durch Stromimpulse nach jeder Umdrehung.

Gleichfalls in den Vereinigten Staaten hat die Uebertragung von ganzen Zeitungen schon beträchtliche Fortschritte gemacht, um so mehr als sich auf

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

diesem Gebiet eine Zusammenarbeit zwischen Rundfunksendern und Zeitungsherausgebern anbahnt. Für solche Zwecke eignen sich die üblichen Trommelapparate nicht, sondern man verwendet Flachschreiber, bei denen die ankommenden Bildzeichen auf einer Papierrolle niedergeschrieben werden (Abb. 15). Das Faksimileverfahren von Finch benützt beispielsweise einen Empfangsapparat, der drei Schreibstifte besitzt, die auf einer endlosen Kette montiert sind und in gleicher Richtung horizontal über eine 22 cm breite Papierrolle gezogen werden. Sobald ein Stift das Papier entlanggeglitten ist, taucht der zweite auf, dann der dritte, und so geht das Spiel weiter. Gleichzeitig rollt das Papierband langsam über der Walze ab. Die Schreibstifte werden bei jedem Bildzeichen elektromagnetisch gegen das Karbonpapier gedrückt, wobei pro Minute 130 Linien niedergeschrieben werden. Der Zeilenabstand beträgt 24 Linien pro Zentimeter, die Papierrolle ist 150 m lang. Die Synchronisierung und Phaseneinstellung werden durch ein elektromagnetisches Relais am Antriebsmotor bewirkt. Ein kurzes Phasensignal schaltet die Kuppelung automatisch ein, regelt die Laufgeschwindigkeit und stoppt zum Schluß den Motor ab. — Im Sender werden die Vorlagen auf eine Bildtrommel gespannt und in der üblichen Weise mit Lichtstrahl und Photozelle abgetastet.

Mehrere Sendergruppen bedienen sich schon dieses Systems, das pro Stunde etwa 9100 Worte vermittelt. Die Empfänger schalten während der Nacht automatisch ein und am Morgen finden die Besitzer das fertiggedruckte Zeitungsblatt in ihrem Heim. Da ein großer Teil des Inhalts aus Annoncen besteht, kommen die Herausgeber auf ihre Kosten.

Das Karbon-Durchschreibeverfahren wird auch von vielen anderen Erfindern benützt, da es sich durch seine besondere Einfachheit und Leistungsfähigkeit auszeichnet. Nach amerikanischen Angaben lassen sich bis zu etwa 62 cm^2 (10 Quadrat-inches) pro Minute übertragen, was 200 Worten normaler Druckschrift oder 500 Worten noch lesbarer Kleinschrift entspricht. Allerdings wird diese Leistung bisher nur in besonderen Fällen erreicht.

Ein weiteres, interessantes und einfaches System des Karbonpapierschreibers wurde von Ch. Y. Young bei der R. C. A. (Radio Corporation of America) entwickelt. Er benützt wie Finch eine lange Papierrolle, die langsam über eine rotierende, zylinderförmige Spiralschneide gleitet, die bei jeder Bildzeile eine volle Umdrehung macht, während das Papier gleichzeitig um eine Bildzeile weitergewandert ist. Bei jedem ankommenden Signal wird das Papier mit dem darunterliegenden Karbonpapier gegen die Spiralschneide gedrückt, die am jeweiligen Berührungspunkt einen Abdruck durch das Karbonpapier erzeugt, der dem Bildpunkt entspricht. Die Wiedergabe ist ausgezeichnet. (Abb. 15 und 16.) Für Wiedergabe von Halbtönen müssen bei der Sendung Rasterbilder oder — bei der drahtlosen Sendung — das System der Zeitmodulation angewendet werden, das gleichfalls die Halbtöne in einem schwarz-weißen Raster darstellt. Immerhin ist es auch gelungen, bei Amplitudenmodulation Halbtöne zu erzielen. Wenn nämlich der vom Bildsignal gesteuerte Andruckhebel eine entsprechende mechanische Vorspannung erhält, so entstehen bei den Druckänderungen, die durch Amplitudenmodulation hervorgerufen werden, entsprechende Grauwerte, die denen des Sendebildes gleichen. Doch ist dieses Verfahren nicht genügend sicher, um in der Praxis angewendet zu werden. Vielleicht wird es in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Die R. C. A. Victor Co., Amden, hat ein einfaches Kleingerät für den Empfang nach der Bauart von Young und außerdem eine Doppelapparatur für Sendung und Empfang für kommerzielle Zwecke herausgebracht, die sowohl die Sendetrommel mit lichtelektrischer Abtastung, wie die geschilderte Empfangsschneide aufweist.

Das Youngsche Verfahren wird auch für einen Schmalstreifen - Faksimiletelegraphen angewendet, der die rasche Uebermittlung von Schreibmaschinentexten gestattet. Der Text wird mit einer Spezialschreibmaschine in schwarzen Lettern auf ein schmales, weißes Papierband geschrieben und durchläuft anschließend ein Gerät für die bildmäßige Abtastung mit einem synchron bewegten Lichtpunkt und einer Photozelle, so daß die Sendung unmittelbar nach der Niederschrift erfolgt. Für den Empfang ist eine Youngsche Schreibvorrichtung in einer Spezialausführung vorgesehen. Die Grundlagen dieses Systems sind übrigens nicht neu; Schröter hat einen ähnlichen Vorschlag für die Konstruktion des Schmalstreifen-Faksimiletelegraphen im Jahre 1928 veröffentlicht, und Hell hat gleichfalls vor längerer Zeit einen solchen Empfänger entworfen. Der nach diesem Prinzip von Siemens konstruierte Hell-Schreiber wird vielfach verwendet.

Der Karbonpapierschreiber eignet sich auch zu sehr hochwertigen Geräten. Lorenz (Berlin) hat für das deutsche Polizei-Bildtelegraphienetz ein solches System entwickelt, bei dem die Sendung in der üblichen Weise mit einer Trommel, Lichtpunktabtastung bei reflektiertem Licht und Photozelle erfolgt. Auch für den Empfang verwendet er eine Bildtrommel, über die ein Kohlepapier aufgespannt wird, auf welche eine durchscheinende, mattierte Ultraphanfolie zu liegen kommt (Abb. 17). Das elektromagnetische Schreibsystem, das eine Leistung von 0,5 W erfordert, trägt einen Diamanten als Schreibstift, dessen abgeschliffene Spitze genau der Bildpunktgröße entspricht. Beim Schreiben wird der Diamant bei jedem eintreffenden Bildsignal gegen die Folie gedrückt, auf der das Karbonpapier den Bildpunkt aufzeichnet. Man

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

kann daher das entstehende Bild auf der durchscheinenden Folie verfolgen und nötigenfalls Uebertragungsfehler sofort korrigieren. Das Bild hat auch den Vorteil, nach einem Lichtpausverfahren rasch vervielfältigt werden zu können. Die Uebertragung erfordert pro Quadratdezimeter zwei Minuten, was einer Zeichenfrequenz von etwa 1200 entspricht.

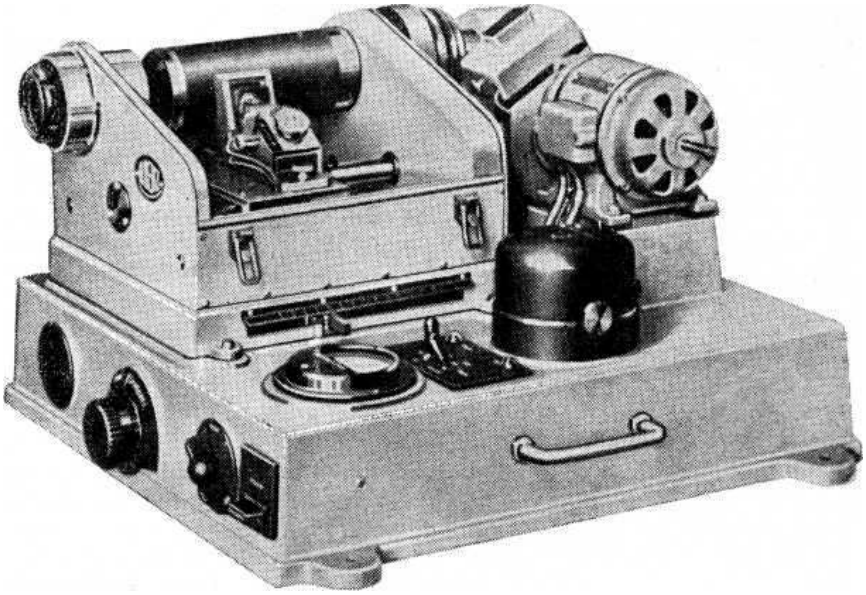


Abb. 17. **Faksimile-Empfänger System Lorenz**
Auf der Empfängerwalze ist ein Karbonpapier mit Schreibunterlage aufgespannt. Unmittelbar vor der Walze sitzt das elektromagnetische Schreibsystem

Auch das elektrochemische Schreibverfahren hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Sein Prinzip ist das älteste aller bekannten Bildtelegraphiesysteme und wurde schon 1843 von B a i n angewendet. Der Strom durchdringt zwischen dem metallischen Schreibstift und der Metallunterlage des Bildträgers das präparierte Papier, wobei die berührten Stellen beim Eintreffen eines Stromimpulses elektrolytisch gefärbt werden. Das Ziel zahlreicher Erfinder liegt in der Herstellung eines Papiers, das ohne Befeuchtung die elektrolytische Zersetzung der färbenden Chemikalien gestattet. Außerdem wird die unmittelbare Uebertragung von Halbtönen angestrebt, während bis jetzt die bei allen Faksimileverfahren erforderliche Zerlegung der Halbtonbilder in Rasterbilder notwendig ist (vgl. Abb. 18, 19 und 20). Es ist anzunehmen, daß das elektrochemische Schreibverfahren noch eine beträchtliche Entwicklung erfahren wird, da es eine Reihe von Vorteilen bietet. Die Schreibgeschwindigkeit ist höher als beim Durchschreibeverfahren. Sie erreicht schon heute 150 cm^2 (24 Quadratinches) pro Minute, entsprechend 480 Worten in normalen Drucklettern oder 1200 Worten bei noch leserlichem Kleindruck. Photographien im Format 9x12 cm lassen sich in weniger als einer Minute, Geschäftsbriefe von Normalformat in etwa drei Minuten, eine Kurzgeschichte von 4800 Worten in nur zehn Minuten bei gut lesbarer Schrift übertragen. Damit wird nicht nur die Morsetelegraphie, sondern auch die Lesegeschwindigkeit übertroffen. Man hat außerdem begründete Aussichten, die Geschwindigkeit noch auf das Fünf- bis Sechsfache zu steigern, was bis zu etwa 5000 Worten pro Minute übertragen ließe.

Unter den gegenwärtig in praktischem Gebrauch stehenden chemischen Schreibverfahren ist das vollautomatische System der Western Telegraph (U.S.A.) bemerkenswert. Zur Sendung und zum Empfang werden Walzenapparate benützt, die ungemein einfach zu bedienen sind. Die Abtastung im Sender erfolgt in der üblichen Weise mit Photozelle bei reflektiertem Licht. Für den Empfang wird auf die Trommel ein chemisch präpariertes Spezialpapier „Teledeltos“ gespannt, das eine schwarze, unauslöschliche Niederschrift gewährleistet. Die Abtastung erfolgt mit 180 Umdrehungen in der Minute bei 1/3 mm Zeilenabstand. Die Apparate werden an das Liniennetz der Gesellschaft angeschlossen und dienen zum wechselseitigen Empfang und Senden zwischen den Telephonabonnenten. Auch an öffentlichen Orten, wie in Bahnhöfen, werden solche Bildsender aufgestellt. Man hat nichts anderes zu tun, als den Gesprächspartner anzurufen und ihn zu ersuchen, seinen Empfänger mit einem ,,Teledeltos“-Papier auszurüsten. Dann wird in den Schlitz der Sendertrommel die geschriebene oder gezeichnete Botschaft gesteckt und durch einen Knopfdruck das Gerät in Betrieb gesetzt. Der Empfänger wird automatisch ausgelöst und synchronisiert. Elektrochemische Flachschreiber hat übrigens auch Siemens, Berlin, schon vor längerer Zeit herausgebracht.

Ein weiteres Verfahren, das sich durch einfache Konstruktion und gute Ergebnisse auszeichnet, ist der Tintenschreiber. Auch dieses System ist von zahlreichen Erfindern mit Erfolg angewendet worden. (Vgl. Abb. 21.) Bei dieser Anlage wird aus einer feinen Düse ein Strahl von Tintennebel gegen die Empfängerwalze mit dem aufgespannten Papier gerichtet. Durch eine Steuer-

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ



Abb. 18. In Strichraster zerlegtes Photo-Negativ
als Vorlage zur Faksimile-Sendung von Halbtonbildern

blende wird der Strahl verhindert, das Papier zu treffen. Beim Einlangen eines Bildsignals wird die Steuerblende elektromagnetisch abgelenkt und gibt damit den Tintenstrahl frei, der nun den Bildpunkt aufzeichnet. Die Trocknung erfolgt augenblicklich, so daß man sehr rasch schreiben kann, etwa bis zur halben Geschwindigkeit, wie sie heute über Kabelleitungen üblich ist. Halbtöne müssen, wie bei allen andern Faksimileverfahren, mit Hilfe von Rasterbildern übertragen werden, doch ergeben sie ausgezeichnete Resultate. (Vergl. Abb. 22.) Auf den amerikanischen Bildtelegraphielinien sind solche Geräte vielfach als Kontrollapparate in Gebrauch, da sie die unmittelbare Beobachtung des Empfangs gestatten. Sie laufen daher neben den photographischen Aufnahmegeräten mit, um jederzeit Eingriffe in den Verlauf der Sendung vornehmen zu können. Besonders der Tintenstrahlschreiber der R . C . A . hat für diesen Zweck Bedeutung erlangt, vor allem für die Kontrolle von Schriftübertragungen, Zeichnungen oder Rasterbildern aller Art, sowie bei allen Radiosendungen nach dem System der Zeitmodulation.

Bildrundfunk

Vielleicht die größte Bedeutung werden jedoch die Faksimileempfänger für den Bildrundfunk erlangen. Hier hat der Krieg eine hoffnungsvolle Entwicklung unterbrochen, die in Amerika im Laufe der letzten Jahre eingesetzt hat. Das Interesse für den Bildempfang ist in den Vereinigten Staaten größer als in Europa, und zwar schon deshalb, weil in unserem Erdteil der Radiohörer im allgemeinen die Möglichkeit hat, zu den Darbietungen seiner meistgehörten Station Texte, Bilder und sonstige Erläuterungen in den Radiozeitschriften zu finden. Die außerordentlich große Zahl von verschiedenen gleichsprachigen Programmen, die dem Bewohner der Vereinigten Staaten zur Verfügung steht, erschwert diese Art der Ergänzung des akustischen Rundfunks, so daß ein gewisses Bedürfnis besteht, neben den abgehörten Darbietungen noch manche Ergänzung in Wort und Bild zu erhalten. Man kann den Radiohörern die Börsenkurse, Marktberichte, Wetterkarten, die Faksimiles behördlicher Verfügungen, schriftliche Mitteilungen aller Art, beispielsweise das Tagesprogramm übermitteln, ferner Bilder von mitwirkenden Künstlern, Szenenbilder, Porträts von Komponisten, Dirigenten, Notenbeispiele, Liedertexte, Landkarten, Landschaftsbilder, Rezepte für Küche und Haushalt, Modebilder, Spielregeln, Märchenillustrationen, Unterlagen zu Fremdsprachenkursen und ähnliches mehr durch den Bildrundfunk zustellen. Man erwartet, daß der Bildrundfunk auch als Unterrichtsmittel in Schule und Haus eine bedeutende Rolle spielen wird, ganz abgesehen von der schon erwähnten faksimilierten Zeitung, die automatisch während der Nacht in jedem Heim aufgezeichnet wird.

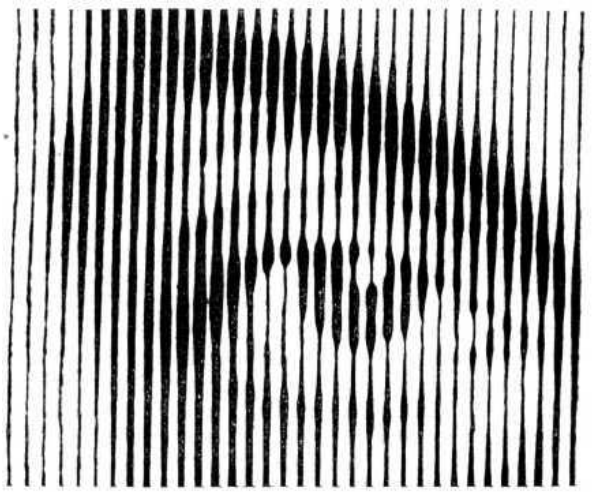


Abb. 19. **Teil der Augengegend des in Abb. 18 dargestellten Strichraster-Photonegativ, vierfach vergrößert.** (Aus größerer Entfernung ist der bildmäßige Eindruck erkennbar)
Der Raster wird bei der Sendung senkrecht zu seinen Linien abgetastet

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

Demgemäß haben die Vereinigten Staaten als erstes und bisher einziges Land den Bildrundfunk durch Verordnungen geregelt und in geordnete Bahnen gelenkt. Zugelassen sind:

1. „Faksimilesendungen auf Standard-Mittelwellensendern nur in den Stunden zwischen 0.00 bis 6.00 nachts, um die akustischen Sendungen untertags nicht unterbrechen zu müssen." — Diese Sendungen haben in erster Linie Bedeutung für den automatischen Empfang während der Nacht, so daß die Besitzer von solchen Geräten am frühen Morgen die fertige faksimilierte Zeitung oder sonstige Mitteilungen, Bilder und Schriften des Senders vorfinden. Anfang 1941 standen vier solcher Sender während der Nacht für den Faksimiledienst in Gebrauch, während sie tagsüber das akustische Programm verbreiten. Der Vorteil in der Verwendung von starken Mittelwellensendern liegt in der großen Reichweite des Empfanges.

2. „Faksimilesendungen auf Kurzwellen im 25 000 kHz-Band als Ergänzung zu den Programmen von Standard-Mittelwellensendern, ohne zeitliche Beschränkung." — Diese Sendungen haben den Vorteil, daß sie in einem gewissen Umkreis um den normalen Rundspruchsender ständig, also auch am Tage, empfangen werden können. Sie bilden daher meist eine Ergänzung seines akustischen Programms, beispielsweise werden bei der Verlesung von Nachrichten oder Kursen die gleichzeitige Niederschrift derselben und Aufzeichnung von Diagrammen oder sonstige Unterlagen zum laufenden Programm gegeben. Die Bildsendungen können aber auch vom akustischen Programm unabhängig sein. Ende 1941 standen acht solcher Kurzwellensender in Gebrauch.

3. „Gleichzeitige Ton- und Bildsendungen von frequenzmodulierten Ultrakurzwellensendern." — Dieses System gilt als das aussichtsreichste und dürfte nach Kriegsende einen raschen Aufschwung nehmen. Die Frequenzbänder wurden daher von allem Anfang derart festgelegt, daß mit der akustischen Sendung gleichzeitig eine Bildsendung erfolgen kann. Insgesamt stehen 35 Kanäle zwischen den unmodulierten Mittelfrequenzen 43 100 kHz und 49 900 kHz zur Verfügung. Die Bandbreite jedes Kanals ist 200 kHz; die Modulationsbreite für die Tonsendung muß mindestens 75 kHz umfassen, der Rest steht für Bildsendung zur Verfügung. Dabei ist die Wellenverteilung so getroffen, daß Stadtgebiete unter 25 000 Einwohnern sechs Kanäle, Stadtgebiete über 25 000 Einwohnern 22 Kanäle und ländliche Distrikte sieben Kanäle erhalten; es ist also überall reichlich Raum für verschiedene Sendeunternehmungen vorhanden.

Da die frequenzmodulierten Ultrakurzwellensender nur in einem begrenzten Raum in annähernder Sichtweite, also etwa 150 km im Umkreis gehört werden können, stören die verschiedenen in den amerikanischen Städten verteilten Sender einander nicht. Sie dürfen beliebige Bildsendungen veranstalten, die auch zu kommerziellen Zwecken verwendet werden und nicht im Zusammenhang mit dem akustischen Programm stehen müssen. Anfang 1941 standen fünf solcher kombinierter Ton- und Bildstationen in den Vereinigten Staaten in Gebrauch und nur der Krieg hat es bisher verhindert, daß ihre Zahl seither erheblich angestiegen ist. Man wird also auch tagsüber die verschiedensten schriftlichen und gedruckten Mitteilungen, Zeichnungen und Photos im Heim empfangen können, ohne daß dadurch der normale akustische Rundspruchempfang behindert wird.



Abb. 20. **Mit einem Amateurempfänger elektrochemisch aufgenommenes Funkbild**
das von dem in Abb. 18 dargestellten Strichraster-Negativ gesendet wurde. Die Punkte und Striche wurden durch atmosphärische Störungen verursacht

Die Radio-Bildtelegraphie

Die drahtlose Sendung von getönten Bildern auf kurzen Wellen über große Entfernungen bietet beträchtliche Schwierigkeiten, die auf Fading und Nachhall zurückzuführen sind. Da nämlich die einzelnen Wellenzüge auf dem Wege vom Sender zum Empfänger mehrfach zwischen dem Erdboden und den ionisierten höchsten Luftschichten reflek-

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

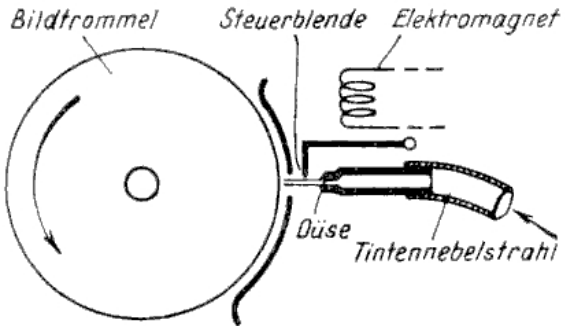


Abb. 21. **Prinzipielle Darstellung des Tintennebel-Schreibers**

tiert werden, legen sie verschieden lange Wege zurück, was sich in einer Phasenverschiebung der eintreffenden Wellenzüge, dem allen Radiohörern bekannten Fading, und in einer nachhallartigen Dehnung der Bildsignale äußert. Man kann daher die Bildfrequenzen nicht in der gewohnten Weise zur Amplitudenmodulation der Trägerwelle verwenden, ohne Gefahr zu laufen, daß die Tonwerte im Rhythmus des Fadings ver-



Abb. 22. **Mit dem Tintennebel-Schreiber empfangenes Halbtonbild.** Zur Sendung wurde ein Rasterbild verwendet

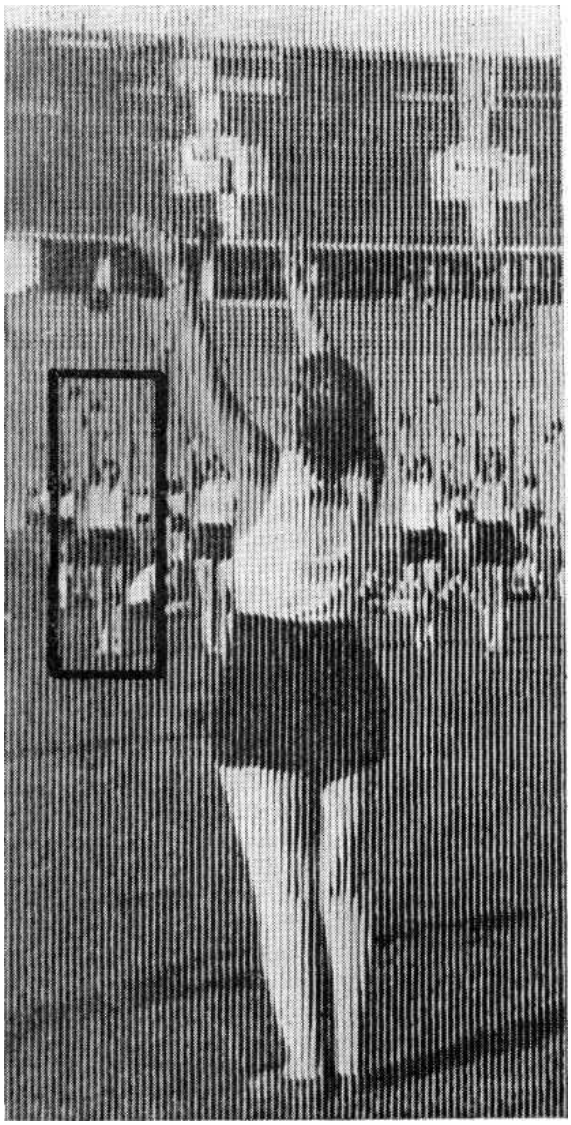


Abb. 23. **Empfangsergebnis der zeitmodulierten Sendung** (nach Hudec — Deutsche Reichspost)
Bei der Sendung von Halbtonbildern entsteht beim Empfang ein Schwarz-Weiß-Bild, dessen Linienraster auf elektrischem Wege hergestellt wurde

ändert werden, während sich der Nachhall in einer Verlängerung kurzer Bildzeichen äußert.

Um diesem Uebelstand abzuhelfen, hat Ranger mit der Radio Corporation of America (RCA) ein Verfahren ausgearbeitet, bei dem auf die Sendung von Zwischentönen verzichtet wird. Die Photographie wird in ein schwarz-weißes Rasterbild umgewandelt, bei dessen Abtastung der Sender entweder voll ausgesteuert wird, oder gar nicht strahlt. Die Ausstrahlungsdauer der einzelnen Signale hängt vom Durchschnittswert der Tondichte der abgetasteten Bildteile ab und ist den Helligkeitswerten derselben

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

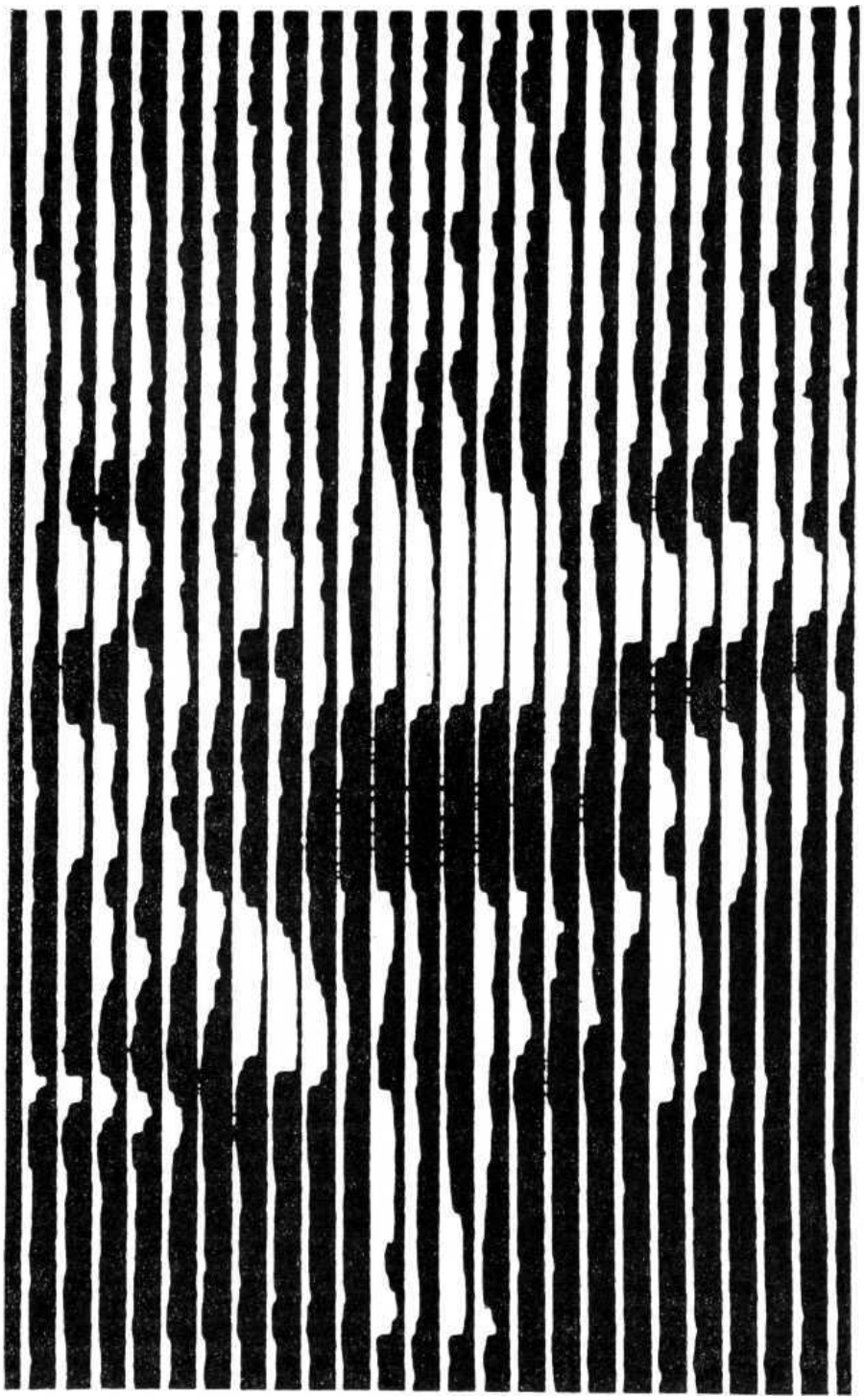


Abb. 24. **Teilausschnitt aus dem Bild 23 in sechsfacher Vergrößerung**
Dargestellt ist das durch Linien eingerahmte Mädchen. (Aus größerer Entfernung ist der bildmäßige Eindruck erkennbar)

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

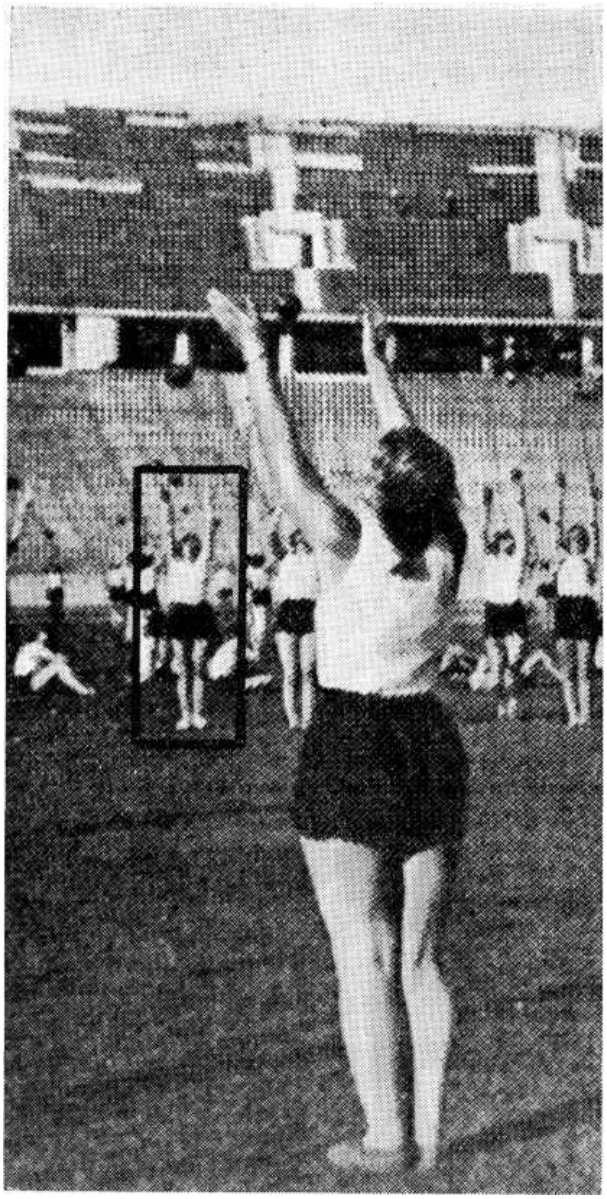


Abb. 25. **Empfangsergebnis der verbesserten zeitmodulierten Sendung** (nach Hudec — Deutsche Reichspost)

Bei der Sendung von Halbtonbildern entsteht beim Empfang ein Schwarz-Weiß-Bild, dessen **Kreuzraster** auf elektrischem Wege hergestellt wurde

proportional. Man bezeichnet daher diese Methode als Zeitmodulation.

Die Geschwindigkeit der Abtastung darf nicht größer sein als die Rasterfrequenz, die ihrerseits von der Nachhalldauer beeinflußt wird, weil die Pausen zwischen den Bildsignalen nicht kürzer als die Nachhallzeit sein dürfen, damit die Bildelemente beim Empfang nicht ineinander fließen. — Die Bildrasterung wird von Ranger auf elektrischem Wege mit einem rückgekoppelten Widerstandsverstärker, der in einem gewissen Gebiet labil ist, erreicht (vgl. Abb. 23 und 24). Um ein Kreuzraster zu erhalten, polt Ranger die Rasterspannung nach jeder Bildzeile um. Einfacher ist ein System der Deutschen Reichspost, bei dem die Rasterimpulse von einer Bildzeile zur nächsten auf elektrischem Wege um eine halbe Rasterperiode versetzt sind (vgl. Abb. 25 und 26).

Die empfangenen Bilder weisen ein angenehmes Raster auf und eignen sich gut zur Zeitungsreproduktion. Trotzdem ist man in der letzten Zeit von diesem Verfahren wieder abgekommen, da es die feinen Bilddetails nicht wiedergibt und daher den Anforderungen der modernen illustrierten Presse nicht mehr entspricht, die sich entweder engmaschiger Klischees oder des Tiefdrucks bedient. Auch ist die Geschwindigkeit der Sendung verhältnismäßig gering. Man hat deshalb zu einer anderen Sendemethode gegriffen, die die Tonwerte von Photographien ohne Verzerrung durch Fading wiedergibt: die Frequenzmodulation.

Die praktische Vervollkommnung dieser Sendemethode hat viele Jahre gedauert und ist vor allem der R C A in den Vereinigten Staaten und der deutschen Reichspost zu verdanken. Heute wird sie für den Kurzwellen-Bilderdienst auf große Entfernung allgemein bevorzugt und auch der Wechselverkehr zwischen der Schweiz, den Vereinigten Staaten und England bedient sich der Frequenzmodulation.

Der erste Vorschlag zur Bekämpfung der bei kurzen elektrischen Wellen unvermeidlichen Schwunderscheinungen und der dadurch bewirkten Verfälschung der Amplituden durch Frequenzmodulation stammt von Ilberg und Schöter, die ihn in ihrem Patent folgendermaßen formulierten:

„Zu diesem Zweck wird auf eine den Schwunderscheinungen unterliegende Amplitudenmodulation verzichtet; vielmehr sollen die Helligkeitsänderungen der zu übermittelnden Vorlage in Frequenzänderungen einer ausgestrahlten Tonmodulation hörbarer oder unhörbarer Frequenz umgesetzt werden, so daß jedem Helligkeitswert der Sendevorlage eine ganz bestimmte Modulationsfrequenz entspricht. Auf der Empfängerseite sollen diese Modulationsfrequenzen durch Demodulation dem empfangenen Hochfrequenzband entnommen werden und sollen unabhängig von ihrer eventuell durch Schwunderscheinungen verfälschten Amplitude entweder mit Hilfe von Frequenzselektionsmitteln die Intensität des bildaufzeichnenden Organs in mehreren getrennten Stufen steuern, oder sie sollen in stetiger Weise auf eine in ihrer Intensität frequenzabhängige Bildaufzeichnungsvorrichtung wirken."

Man kann also durch Frequenzmodulation die Fadingstörungen beseitigen, die bei der amplitudenmodulierten Bildsendung oft so stark auftreten, so

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

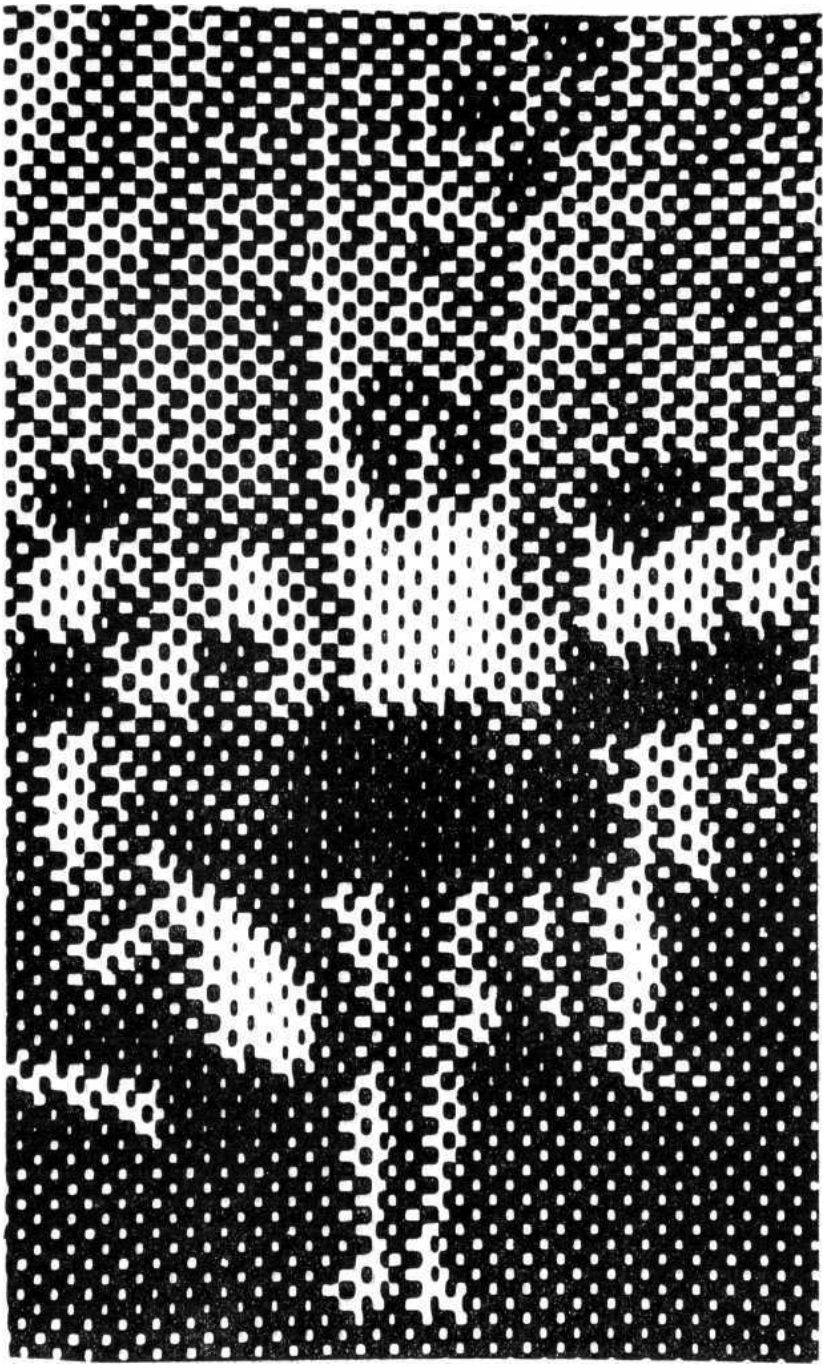


Abb. 26. **Teilausschnitt aus dem Bild 25 in sechsfacher Vergrößerung**
Dargestellt ist das durch Linien eingerahmte Mädchen. (Aus größerer Entfernung ist der bildmäßige Eindruck erkennbar)

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

daß die empfangenen Photographien ganz unverwendbar sind. Dagegen lassen sich beim Empfang, infolge der Laufzeitunterschiede der nacheinander eintreffenden Wellenzüge des gleichen Bildsignals, Verzerrungen an den Grenzen zwischen verschieden getönten Flächen nicht vermeiden. Je nach den Uebertragsverhältnissen treten daher, besonders bei Grenzlinien, die senkrecht oder schief zu den Bildzeilen laufen, eigenartige Zacken und Verwaschungen auf. Solche Fehler lassen sich aber für den Zeitungsdruck ebenso leicht retouchieren wie die oft unvermeidlichen, durch atmosphärische Störungen hervorgerufenen Punkte und Striche.

Die Laufzeitunterschiede bewirken auch, daß zwei oder mehrere Wellen beim Empfänger eintreffen können, die vom Sender knapp hintereinander ausgestrahlt wurden. Eine solche modulierte Welle erzeugt in der Empfangsantenne eine Schwingung, die stört. Die den verschiedenen Helligkeitsstufen entsprechenden Frequenzen müssen daher so weit auseinander liegen, daß die durch die Ausbreitungserscheinungen der kurzen Wellen hervorgerufenen Frequenzschwankungen nicht mehr stören. Man setzt beispielsweise wie beim Bildverkehr New York-Schweiz die zeitlich aufeinanderfolgenden Spannungsstöße des Senders, die den Bildpunkten entsprechen, in Wechselspannungen um, deren Frequenzen zwischen 1800 und 3000 Hz liegen, wobei das Bildweiß der Frequenz 1800 Hz und das Schwarz 3000 Hz entspricht.

Diese Umwandlung der Amplituden- in Frequenzänderungen erfolgt durch Beeinflussung eines Oszillators durch den Bildstrom, wobei sich die Oszillatorfrequenz möglichst genau dem Bildstrom ändert. Zweckmäßig erzeugt man die gewünschte Frequenz als Schwebung der Schwingungen zweier Hochfrequenzoszillatoren; die gewünschte Frequenzänderung wird dann durch geringe Aenderungen am Schwingungskreis eines der beiden Oszillatoren erzielt.

Als Träger für die Verstärkung des Bildstroms wird am besten eine Wechselspannung benützt, deren Frequenz größer ist als die höchste für die Radioübertragung verwendete Frequenz, damit bei der Bildabtastung und Verstärkung keine Feinheiten des Bildes verloren gehen.

Für den Empfang wird ein normaler Ueberlagerungsempfänger für Amplitudenmodulation mit Schwundregelung benützt, der jedoch zwischen der letzten Zwischenfrequenzstufe und dem Gleichrichter einen Amplitudenbegrenzer und einen Frequenz-Amplitudenumformer zwischengeschaltet hat. Der Begrenzer schneidet die Spitzen der Hochfrequenzwelle ab, so daß die durch Fading hervorgerufenen Amplitudenschwankungen verschwinden. Der Frequenz-Amplitudenumformer besteht meist aus einem Kipposzillator und einer Filteranordnung, die derart bemessen ist, daß die Amplitude der Ausgangsspannung möglichst proportional mit der Frequenz anwächst. Schließlich werden noch die Störungen, die der Empfänger aufgenommen hat, durch Filter beseitigt. — Nach erfolgter Gleichrichtung steuern die amplitudenmodulierten Signale das Lichttelais des Bildempfängers. Die Phase und der Synchronismus der Bildtrommeln im Sender und Empfänger werden, wie bei der Bildtelegraphie über Leitungen, mit Hilfe von Phasensignalen, beziehungsweise örtlichen Stimmgabelsummern gesichert.

Die Abtastgeschwindigkeit ist bei mehreren Systemen veränderlich und richtet sich nach den Empfangsbedingungen. Je rascher die Trommel nämlich beim Empfang rotiert, desto längere Striche werden auf dem Bilde durch kurzfristige Störspannungen hervorgerufen. Bei ungünstigen Uebertragungsverhältnissen wird man daher die Trommel beispielsweise mit einer Umdrehung pro Sekunde laufen lassen und bei besseren Bedingungen die Rotationsgeschwindigkeit verdoppeln, womit die Uebertragungszeit auf die Hälfte herabgesetzt wird.

Im übrigen ist es H u d e c gelungen, mit seiner Methode der I m p u l s m o d u l a t i o n den Fehler der frequenzmodulierten Bildsendung zu beseitigen, der darin besteht, daß an den Grenzstellen ungleicher Helligkeitswerte infolge des Nachhalls Verzerrungen entstehen. Die Bildaufzeichnung im Empfänger wird dabei nur durch den Beginn jedes einlangenden Zeichens gesteuert, so daß Ueberschneidungen beziehungsweise Interferenzen zwischen den einzelnen aufeinanderfolgenden Signalen nicht mehr erfolgen.

Der Radio-Bilderdienst Schweiz -Vereinigte Staaten von Amerika und Großbritannien

Der von der „R a d i o S c h w e i z" zu Anfang dieses Jahres ins Leben gerufene bildtelegraphische Dienst zwischen der Schweiz, den Vereinigten Staaten und England hat seine Zentralstelle in der Kurzwellenstation P r a n g i n s eingerichtet, wo auch die Spezialapparaturen für die Bildsendung und den Empfang vereinigt sind. Die Sendung erfolgt direkt von Prangins aus über die dortige Kurzwellenstation mit Richtstrahler nach New York oder London, wogegen die von dort eintreffenden Sendungen in C o l o v r e x mit mehreren auseinanderliegenden Richtantennen und Mehrfachempfängern aufgenommen und über die Telephonleitung dem Bildgerät in Prangins zugeleitet werden. Durch diesen Mehrfachempfang gelingt es, Fading und atmosphärische Störungen weitgehend zu verringern.

Der in Prangins benützte Bildtelegraphieapparat der Times T e l e p h o t o Equipe-

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ



Abb. 27.
Bildtelegraphiegerät der Times Telephoto Inc.
in Verwendung für den Dienst zwischen New York und der Schweiz. 1 Generalschalter. 2 Bildtrommel für Sendung und Empfang. 3 Vorschubspindel. 4 Phasen-einstellung. 5 Motorscha'ter. 6 Motorgehäuse. 7 Schaltung für Sendung und Empfang. 8 Aussteuerungsregler. 9 Kontrastregler. 10 Meßinstrument

Radio Schweiz

m e n t Inc. weist alle typischen Eigenschaften der neuesten, für den Pressedienst geschaffenen amerikanischen Konstruktionen auf (Abb. 27). Er ist klein, handlich und robust, seine Bedienung erfolgt weitgehend automatisch und ist daher verhältnismäßig einfach. Der gleiche Apparat wird sowohl für die Sendung wie für den Empfang benützt, die Umschaltung ist mit wenigen Handgriffen geschehen.

Seine Arbeitsweise weicht von den früher geschilderten Konstruktionen teilweise ab, weshalb sein Aufbau kurz beschrieben werden soll. Der Apparat hält sich, wie viele amerikanische Konstruktionen, nicht an die vom CCIT aufgestellten Normen. Der Durchmesser der Trommel beträgt 70 mm, ihre Länge ca. 200 mm. Sie rotiert mit der unveränderlichen Tourenzahl von 90 Umdrehungen in der Minute und wird dabei auf einer Spindel langsam seitlich verschoben.

Zur Erhaltung des Gleichlaufs ist ein Stimmgabelsummer mit der Frequenz 1800 Hz vorgesehen, dessen Frequenzgenauigkeit 1:100 000 beträgt. Der diesem Summer entstammende Wechselstrom wird nach erfolgter Verstärkung zum Antrieb des Sychronmotors mit 1800 Touren pro Minute benützt, dessen Umlaufgeschwindigkeit für die Bildtrommel auf $^1/_{20}$ reduziert wird.

Die gleiche Stimmgabelfrequenz wird außerdem verwendet, um dem Bildstrom der Photozetle seine Trägerfrequenz aufzuprägen, damit er für die weitere Verstärkung geeignet ist. Der Apparat kann daher die sonst zum Zerhacken der Lichtstrahlen benützte Lochscheibe entbehren.

Bei der Sendung wird auf die Bildtrommel eine Photographie aufgespannt, die mit einer punktförmig leuchtenden Lampe und einer Optik in der bekannten Weise abgetastet wird. Die Abtastvorrichtung ist im Apparatgehäuse untergebracht und auf unserer Abbildung durch die Bildtrommel und Gehäusevorderwand verdeckt.

Der amplitudenmodulierte und verstärkte Bildstrom der Photozelle wird zur Frequenzmodulation des Kurzwellensenders Prangins benützt. Zu diesem Zweck steuert der Bildstrom einen Hochfrequenzoszillator, dessen Frequenz sich im Rhythmus der angelegten Amplitudenmodulation ändert. Die erhaltene Frequenzmodulation wird von einem zweiten Hochfrequenzoszillator in den Hörbereich transponiert, wobei als äußerste Werte, wie früher erwähnt, 1800 Hz und 3000 Hz gewählt sind, die den Bildtonwerten zwischen weiß und schwarz entsprechen. Dieses Frequenzgemisch wird übertragen und wieder in Amplitudenmodulation umgewandelt, die nach entsprechender Verstärkung das Licht einer Gasentladungslampe im Rhythmus der Helligkeitswerte der aufeinanderfolgenden Bildpunkte steuern. Diese Gasentladungslampe ist gleichfalls im Gehäuse desselben Bildtelegraphiegerätes eingebaut, jedoch auf unserer Abbildung durch die Bildtrommel verdeckt und daher nicht sichtbar. Die Abtastung erfolgt in der bekannten Weise. Man spannt beim Empfang auf die gleiche Trommel, die auch zum Senden benützt wird, einen Film. Eine besondere Lichtschutzkassette ist nicht vorgesehen, so daß das Gerät beim Empfang in einem rot beleuchteten Dunkelraum stehen muß, während bei der Sendung die Allgemeinbeleuch-

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ

tung nicht stört. Die Dauer der Bildübertragung beläuft sich auf etwa 6 Minuten für das Format 13 x18 cm.

Zur Einhaltung des Synchronismus zwischen den beiden Bildstationen wird von Zeit zu Zeit die Stimmgabelfrequenz übertragen und verglichen. Um die Bildphase richtig einzustellen, wird vom Sender bei jeder Umdrehung der Trommel ein kurzer Impuls gegeben, der bei Beginn der Sendung die Rotation der Empfängerwalze automatisch auslöst. Dieser Impuls läßt außerdem nach jeder Drehung eine Neonlampe aufleuchten und kann daher benützt werden, um während der Dauer der ganzen Uebertragung die Genauigkeit der Tourenzahl ständig zu überwachen.

Der Radio-Bilderdienst der „Radio-Schweiz“ hat in der kurzen Zeit seines Bestehens hohe Bedeutung erlangt, wie ein Blick in die Schweizer Presse beweist. Es ist daher anzunehmen, daß er nur der Anfang einer Entwicklung ist, die unser Land an die großen Bildsendezentren aller Kontinente anschließen wird.

Digitalisiert Mai 2007 von Georg Richter - mit freundlicher Genehmigung der Neuen Zürcher Zeitung - NZZ