

Facsimile

Autor(en): **Bellac, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **1 (1946)**

Heft 4

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653703>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

FACSIMILE

ING. PAUL BELLAC, BERN

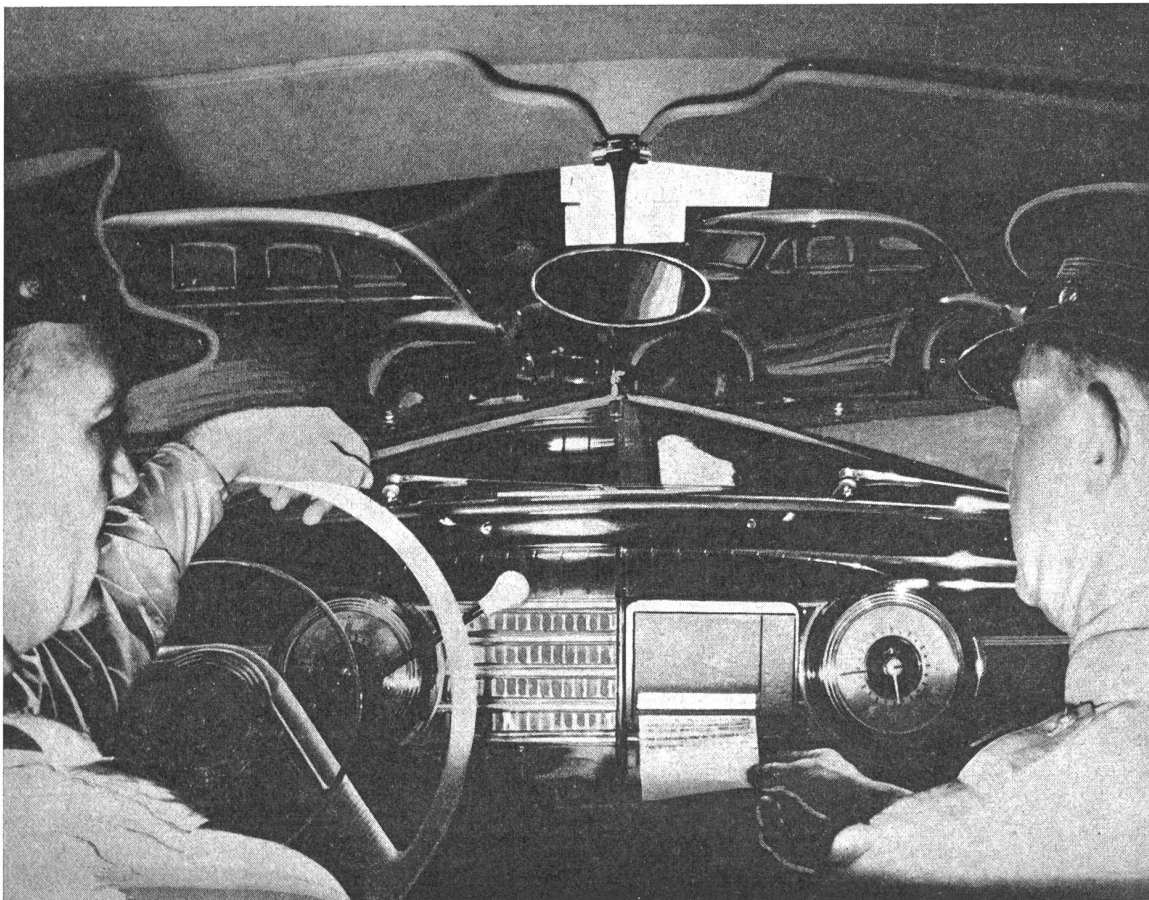
Unter den Nachrichten, die uns aus den Vereinigten Staaten über die künftige Verwendung von Kriegserfindungen zu friedlichen Zwecken zugehen, ist häufig von der «*Facsimile Communication*» oder kurzweg «*Facsimile*» die Rede. Es ist dies ein Verfahren zur elektrischen Übertragung von Schriften, Zeichnungen und Photographien über Drahtleitung oder Radio. Im Gegensatz zur kommerziellen Bildtelegraphie (Phototelegraphie) werden dabei die Dokumente nicht auf lichtempfindlichem Papier oder Film empfangen, sondern man benützt Aufzeichnungsmethoden, die sofort *eine sichtbare und dauerhafte Papierkopie* ergeben.

Das alles ist nun nicht gerade neu; denn solche Apparate gibt es schon seit vielen Jahren. Der entscheidende Fortschritt liegt darin, daß die Facsimilegeräte während des zweiten Weltkrieges grundlegende Verbesserungen erfahren haben. Für die Krieg-

führung benötigte man nämlich kleine, robuste und vollautomatisch arbeitende Apparate, die gegen Erschütterungen unempfindlich sein mußten, wenn man zwischen Bodenstationen, Flugzeugen, Schiffen, rollenden Tanks oder Autokolonnen rasch und sicher schriftliche Weisungen, strategische Kartenskizzen und Photographien austauschen wollte.

Es gibt *sehr kleine Empfangsgeräte*, die man in die Instrumentenwand eines Autos, Flugzeugs oder einer Lokomotive einbaut. Sie werden von Polizei (Bild 1), Feuerwehr, im Eisenbahnverkehr und auf Flugzeugen verwendet, um telephonische Befehle und Mitteilun-

Bild 1: Der kleine flachgebaute Auto-Facsimile-Empfänger ist im Armaturenbrett vor dem Führersitz eingebaut. Wenn eine radiotelegraphische Botschaft einlangt, setzt er sich automatisch in Bewegung und zeichnet sie in großen, weithin sichtbaren Buchstaben auf. (System Alden)



gen schriftlich zu bestätigen oder Kartenskizzen und andere Zeichnungen rasch zu übermitteln. Die Originalbotschaft wird mit der Hand oder der Schreibmaschine auf ein etwa zehn Zentimeter breites Papierband geschrieben und in den Schlitz des Sendegeräts gesteckt. Automatisch tritt im fahrenden Wagen oder Flugzeug der Facsimileempfänger in Funktion, und vor den Augen des Piloten entsteht eine um die Hälfte vergrößerte Kopie des Originals, die auf zwei Meter Entfernung gut lesbar ist (Bild 2).

Andererseits stellt man Facsimilegeräte für Spezialzwecke in beträchtlichen Formaten her, etwa zur Sendung großer Wetterkarten oder ganzer Zeitungsseiten.

Es sind auch bereits Geräte herausgebracht worden, die sowohl zur Sendung wie zum Empfang dienen (Bild 3). Zwei dieser Typen unterscheiden sich untereinander nur in der Geschwindigkeit der Bildübertragung, die im einen Falle 45 Quadratcentimeter je Minute beträgt, was rund 160 Wörtern der Schreibmaschine entspricht, während der zweite Apparat etwa 115 Quadratcentimeter je Minute oder 500 Wörter Maschinenschrift aufnehmen läßt. Mit diesen Geräten lassen sich Vorlagen bis zum Format $21 \times 27 \frac{1}{2}$ Zentimeter senden.

Die Verwendungsmöglichkeiten der Facsimile-sendung sind sehr umfassend. Zur Übertragung von

CLEVELAND TOWER
ANSWERING NC ONE, FOUR,
ONE, FIVE, SEVEN. FIELD
ZERO. CEILING ONE THOU-
SAND FEET. VISIBILITY
FOUR MILES. ALTIMETER
SETTING TWENTY-NINE
NINETY-TWO. WIND
SOUTHWEST FOUR - S - W -

Bild 2: Meldung von einem Flugplatz an den Flieger vor der Landung. Links der zur Sendung verwendete Schreibmaschinentext. Unten das im Flugzeug vergrößert empfangene Facsimile.

CLEVELAND TOWER
ANSWERING NC ONE, FOUR,
ONE, FIVE, SEVEN. FIELD
ELEVATION SEVEN EIGHT
ZERO. CEILING ONE THOU-
SAND FEET. VISIBILITY
FOUR MILES. ALTIMETER
SETTING TWENTY-NINE
NINETY-TWO. WIND
SOUTHWEST FOUR - S - W -

Fingerabdrücken über Radio und Kabel verwendet man Apparate, mit denen man eine vergrößerte Kopie empfängt, die für die erforderlichen Messungen sofort verwendbar ist (Bild 4). Bei Naturkatastrophen und Waldbränden werden aus Flugzeugen Kartenskizzen gesendet, die das rasche Eingreifen der Hilfsmannschaften am richtigen Ort ermöglichen. Im normalen Telegraphieverkehr jener Länder – wie China, Korea und Japan –, die sich keines Alphabets, sondern der Ideogramme bedienen,



Bild 3: Vollautomatisches Send- und Empfangsgerät. Bei der Sendung wird das Dokument in den an der Vorderfront unten erkennbaren Schlitz gesteckt und durch Druck auf einen Knopf der Apparat in Betrieb gesetzt. Der Empfang erfolgt vollautomatisch: die Schreibvorrichtung wird durch ein Signal vom Sender ausgelöst. Auf dem Bild ist der Empfang eines facsimilierten Briefes zu sehen. (System Finch)



Bild 4: Facsimile von Fingerabdrücken. Der Empfang erfolgt in vergrößertem Maßstab, damit die polizeiliche Auswertung sofort vorgenommen werden kann. Rechts unten die Original-Fingerabdrücke, die für die Sendung benützt wurden.

sind die verhältnismäßig billigen und handlichen Facsimilegeräte unentbehrlich. Im geschäftlichen Leben wird man Tabellen, Kurven, technische Zeichnungen und andere Angaben rasch und sicher über Telephon und Radio vermitteln und damit die bisherigen Möglichkeiten des Fernschreibers wesentlich erweitern. Banken werden einen speziellen Dienst mit Kurstabellen und Kurven für ihre Klienten über das normale Telephonnetz geben. Innerhalb von Großbetrieben lassen sich ohne Zeitverlust schriftliche Weisungen und Zeichnungen zwischen den einzelnen Abteilungen vermitteln. Sogar als rasch und zuverlässig arbeitende Kopierapparate für Briefe, Zeichnungen und Photographien sind die Facsimilegeräte zu verwenden.

Im privaten Leben wird der Facsimilerundfunk neben den akustischen Rundspruch treten. Man wird Wetterkarten, Wirtschaftsberichte, Tabellen, Zeichnungen und Photos zu Radiovorträgen empfangen. Spezielle illustrierte «Familienzeitungen aus der Luft» werden sich an die Bedürfnisse der Hausfrauen und der Kinder wenden. Auch das große illustrierte Blatt wird nicht fehlen. Man braucht nur vor dem Schlafengehen seinen Facsimileapparat an den Radioempfänger anzuschließen: Mitten in der Nacht schaltet das Gerät selbsttätig ein und schreibt Zeile für Zeile eine ganze illustrierte Zeitung auf einem langen Papierband nieder, das man am frühen Morgen nur noch zu falten hat, um am Frühstückstisch die gewohnte Lektüre nicht zu missen (Bild 5).

Wie sind nun die Apparate beschaffen, die uns solche Wunder verheißen?

Das Grundproblem

Bei jeder elektrischen Bildübertragung, gleichgültig zu welchem Zweck und nach welchem System, wird die Oberfläche des Sendedokumentes in einzelne Bildpunkte zerlegt, die der Reihe nach zeilen-

förmig abgetastet werden. Dabei werden die Unterschiede in den Helligkeitswerten der aufeinanderfolgenden Bildpunkte dazu benutzt, proportionale Stromimpulse zu erzeugen, die dem Empfänger zugeführt werden. Dort wird das Bild wie ein Mosaik wieder zusammengestellt, indem die ankommenden elektrischen Impulse die einzelnen Bildpunkte in ihrer geometrisch richtigen Reihenfolge und entsprechend ihren Helligkeitswerten auf einer geeigneten Unterlage aufzeichnen.

Je enger die Bildlinien aneinander liegen und je kleiner die einzelnen Bildpunkte sind, desto detailreicher und schärfer wird das Bild. In den Vereinigten Staaten begnügt man sich für die rasche und etwas grobe, jedoch gut lesbare Übertragung von Schreibmaschinenschrift für Meldezwecke mit 40 Linien pro inch (etwa 1,6 Linien pro Millimeter). Für die feinere Bildzerlegung, wie sie in den meisten anderen Fällen gefordert wird, wendet man fast durchwegs 100 Linien pro inch (etwa vier Linien pro Millimeter) an und erhält damit den Eindruck eines guten Zeitungsrastrerdrucks.

Die Sendung

Bei den meisten modernen Facsimilesystemen wird das Sendedokument – fast immer ein Papierblatt mit Schrift oder Druck, Zeichnung oder Photographie – auf eine rotierende Trommel gespannt und dort in einer engen Spirallinie mit einem äußerst dünnen Lichtstrahl abgetastet. Das reflektierte Licht wird von einer Photozelle aufgenommen und in elektrische Stromimpulse umgewandelt, die vorerst verstärkt werden, um dann auf den Radiosender oder die Telephonleitung zu gehen. Trifft während der Bildabtastung der Lichtstrahl helle Bildteile, dann wird mehr Licht gegen die Photozelle geworfen, die daher auch kräftigere Stromimpulse liefert. Umgekehrt wird von den dunklen Bildstellen nur wenig Licht reflektiert, und der Photozellenstrom sinkt demgemäß ab. Er ergibt auf diese Weise ein getreues elektrisches Abbild der Helligkeitswerte aller Bildpunkte in der Reihenfolge ihrer Abtastung.

Dieser Stromverlauf wird außerdem noch in schneller Folge und gleichmäßigen Abschnitten «zerhackt» – bei der kommerziellen Bildübertragung über normale Telephonleitungen meistens 1300 mal je Sekunde, bei der Schnellübertragung von Facsimilebotschaften via Spezialkabel und Radio jedoch noch beträchtlich rascher. Dadurch entsteht ein Wechselstrom, dessen Periodenzahl den Unterbrechungen entspricht und der sich im Gegensatz zu einem Gleichstrom mit einfachen Mitteln beliebig verstärken läßt. Der Fachmann bezeichnet ihn als *Trägerfrequenz*, da er dazu dient, die von den Bildpunkten herrührenden elektrischen Impulse an den Bestimmungsort zu «tragen». Um eine unverzerrte Bildübertragung zu erreichen, muß die Trägerfrequenz mindestens doppelt so groß sein wie die



Bild 5: Die «Zeitung aus der Luft», wie sie vom Sender WGHF in New York regelmäßig ausgestrahlt wird und mit Hilfe von Facsimile-Empfangsgeräten in jedem Hause der Großstadt und Umgebung empfangen werden kann. Auch Halbtönebilder, wie Photographien, werden in der Qualität von Zeitungsreproduktionen wiedergegeben.

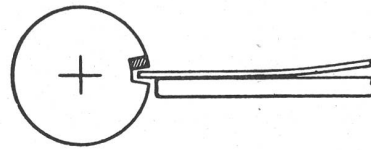
Anzahl der je Sekunde übermittelten Bildpunktimpulse.

Bei der Sendung entstehen nach einem physikalischen Gesetz, das wir an dieser Stelle nicht weiter erläutern wollen, noch *zusätzliche* Frequenzen – Seitenbänder genannt –, die die Trägerfrequenz gleichsam nach beiden Seiten verbreitern. Je höher die je Sekunde übertragene Bildpunktzahl ist, desto breiter wird das für die Sendung benötigte Frequenzband. Demgemäß hängt die Geschwindigkeit der Bildübertragung in erster Linie von dem Frequenzumfang ab, den die zur Verfügung stehende Draht- oder Radioverbindung gewährleistet. Wohl ist es schon gelungen, bis zu 180 Quadratcentimeter je Minute zu senden, aber man bedarf dafür spezieller Ultrakurzwellenverbindungen, weil weder in den andern Wellenbereichen noch bei den gebräuchlichen Telephonkabeln Raum für das erforderliche breite Frequenzband vorhanden wäre. Diese Fragen hängen mit der künftigen Normung des Facsimileverkehrs eng zusammen und dürften auf seine Entwicklung großen Einfluß ausüben.

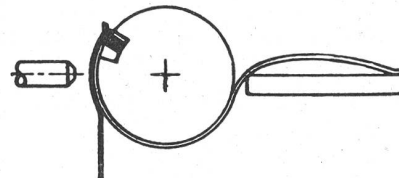
Je nach ihrem Gebrauchszweck sind die *Bildsendevorrichtungen* verschieden konstruiert. Rundspruchstationen, die ihren Hörern eine «Facsimilezeitung» oder Wirtschaftstabellen, Wetterkarten usw. bieten, haben meist zwei Walzenapparate in Betrieb, auf die man der Reihe nach die einzelnen für die Sendung bestimmten Papierblätter aufspannt. Die Trommeln laufen abwechselnd ohne Unterbruch und ergeben daher beim Empfang ein fortlaufendes Dokument, das auf einem Papierband aufgezeichnet wird. Man kann diesen Vorgang am besten mit der akustischen Wiedergabe ganzer Schallplattenoperen vergleichen, bei denen gleichfalls die Platten abwechseln, ohne daß der Hörer den Unterbruch merkt.

Die Bedienung solcher Sendegeräte erfordert immerhin eine gewisse Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit. Deshalb wurden während des zweiten Weltkrieges Sendeeinrichtungen entwickelt, die in allen Teilen vollautomatisch arbeiten. Wie ein solches für den Zivilverkehr bestimmtes Sendegerät aussieht, zeigte bereits unser Bild 5. Das Papierblatt wird in einen Schlitz eingeschoben, dann drückt man auf einen Knopf – das ist alles. Im gleichen Augenblick wird das Sendedokument von einem sich selbsttätig schließenden Schlitz an der Trommel gefaßt, die nun ihre Rotation beginnt und dabei das Papier um ihre Oberfläche wickelt (Bild 6). Gleichzeitig gehen Sendesignale aus, die den Empfänger im richtigen Augenblick auslösen. Die Lichtabtast-Vorrichtung wandert dann langsam die Achse der rotierenden Trommel entlang. Sobald ihr Ende erreicht ist, werden Stoppsignale ausgelöst, die den Empfänger anhalten. Gleichzeitig fällt das Papierblatt von der Trommel und wird in einen Behälter ausgeworfen, während der Lichtabtaster in die Ausgangslage zurückkehrt. Damit ist der Apparat für die nächste Sendung frei.

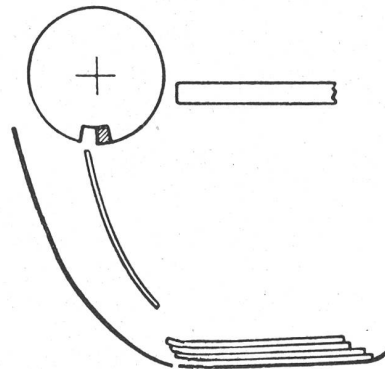
Bild 6: *Wie ein vollautomatischer Facsimilesender arbeitet:*



a) Die Sendekopie wird gegen den Schlitz in der Sendetrommel geschoben.



b) Der Trommelschlitz schließt sich, und das Dokument wickelt sich um die rotierende Trommel, während ein Lichtstrahl das Sendedokument spiralförmig abtastet.



c) Die Sendung ist beendet; das Papierblatt wird ausgeworfen, diese Trommel und die Abtastvorrichtung kehren in die Ausgangslage zurück.

Der Empfang

Es läge nahe, auch für den Empfang eine Bildtrommel zu verwenden, die mit der gleichen Tourenzahl läuft wie die Sendewalze. Diese einfache Methode wird zwar in der kommerziellen Bildtelegraphie allgemein angewendet, doch hat sie für den Facsimileempfang einen erheblichen Nachteil. Man muß nämlich nach der Aufzeichnung jedes einzelnen Dokumentes ein neues Papierblatt auf die Trommel spannen, was nicht nur einen Zeitverlust bedeutet, sondern auch den erwünschten vollautomatischen Betrieb unmöglich macht. Deshalb sind sämtliche Facsimile-Empfangsgeräte als *Flächschreiber* gebaut: Während des Empfanges wird eine Papierrolle, auf der die Bildpunkte in ihrer Reihenfolge Zeile für Zeile aufgezeichnet werden, langsam abgespult. Wenn jede einzelne dieser Bildzeilen einer Umdrehung der Sendewalze entspricht, und wenn außerdem der durch das Abrollen des Papiers hervor-

gerufene Zeilenabstand genau so groß ist wie der Abstand zwischen den einzelnen Spiralen bei der Senderabtastung, dann entsteht ein genaues Abbild des gesendeten Dokumentes, das auch gleichgroß ist wie jenes. Dabei kann man natürlich in rascher Folge beliebig viele Blätter empfangen, bis die ganze Papierrolle abgelaufen ist.

Als Schreibmaterial benutzt man heute vorwiegend ein chemisch präpariertes Papier, wie das nordamerikanische *Alfax*-Papier, das sich unter dem Einfluß des elektrischen Stromes lichtecht verfärbt. Es hat allerdings mehr als hundert Jahre gebraucht, bis das *elektrochemische Schreibverfahren* zur vollen Reife kommen konnte, und tatsächlich haben erst die Forschungen während des letzten Weltkrieges eine

wirklich zufriedenstellende Lösung finden lassen. Die Anforderungen an das elektrochemische Schreibpapier sind nämlich ebenso verschiedenartig, wie sie schwer zu erfüllen sind. Es muß billig, dauerhaft und auch in feuchtem Zustande reißfest sein. Die Schrift soll eine haltbare, angenehme dunkle Farbe aufweisen, und es soll mit verhältnismäßig geringer Stromstärke und mäßigen Stromschwankungen eine reiche Skala von Zwischentönen erzielt werden. Das Papier soll bereits in mäßig feuchtem – nicht nassem – Zustand leitfähig sein. Schließlich müssen die Bildpunkte bei der Aufzeichnung scharf begrenzt bleiben; denn jedes «Fließen» würde die Niederschrift verderben.

Die *Alfax*-Papierrollen werden gut durchfeuchtet in luftdicht verschlossenen Büchsen geliefert. Sie müssen sofort in die gleichfalls feucht gehaltene Vorratskammer des Empfängers eingesetzt werden. Da der Feuchtigkeitsgrad weit über dem Bedarf liegt, ist die Gefahr des Austrocknens gering, so daß der Apparat stets betriebsbereit ist.

Mit der Einführung eines solchen vollwertigen elektrochemischen Papiers ist es jetzt möglich geworden, sehr einfache Empfangsgeräte zu konstruieren und gleichzeitig die Übertragungsgeschwindigkeit erheblich zu steigern.

Unter den zahlreichen mechanischen Vorrichtungen, die zur *Bildaufzeichnung* auf dem Papier dienen, scheint sich die von dem Elsässer *B. Mayer* schon im vorigen Jahrhundert erfundene Walze mit schraubenförmiger Schneide am besten zu eignen. Sie wird von zahlreichen Konstrukteuren verwendet und ist auch typisch für den in Bild 7 gezeigten Facsimileempfänger, den wir als Vertreter einer modernen Konstruktion an Hand von Schnittzeichnungen näher kennenlernen wollen.

Während des Empfangs wird ein *Alfax*-Papierband *E* von der Treibrolle *A* und der Gegendruckrolle *B* langsam weitergezogen. Gleichzeitig wird die aus Isolierstoff hergestellte Walze *C* in Rotation versetzt. Sie trägt entlang ihrer ganzen Oberfläche eine Metallschneide in der Form einer einzigen Schraubenwindung, die als eine der beiden Elektroden zur Färbung des Papiers dient. Die zweite Elektrode wird von einem scharfkantigen Lineal *D* gebildet, mit dem das Papierband *E* gegen die Schneide der Walze *C* gedrückt wird. Während jeder vollen Umdrehung zieht die Schneide auf der Oberfläche des Papiers eine Bildlinie von links nach rechts, und so oft dabei elektrische Stromimpulse zwischen der Schneide und dem Lineal durch das Papier gehen, werden an den gerade berührten Stellen die Bildpunkte farbig aufgezeichnet. Um die straffe Fortbewegung des Papierbandes zu sichern, ist noch eine Führungsrolle *F* vorgesehen. Der Synchronmotor *G* treibt mit Hilfe des Getriebes *I* einerseits die Walze *C* mit der Schneide an, andererseits die Rolle *A* für den Papiervorschub. Schließlich dient noch die elektro-

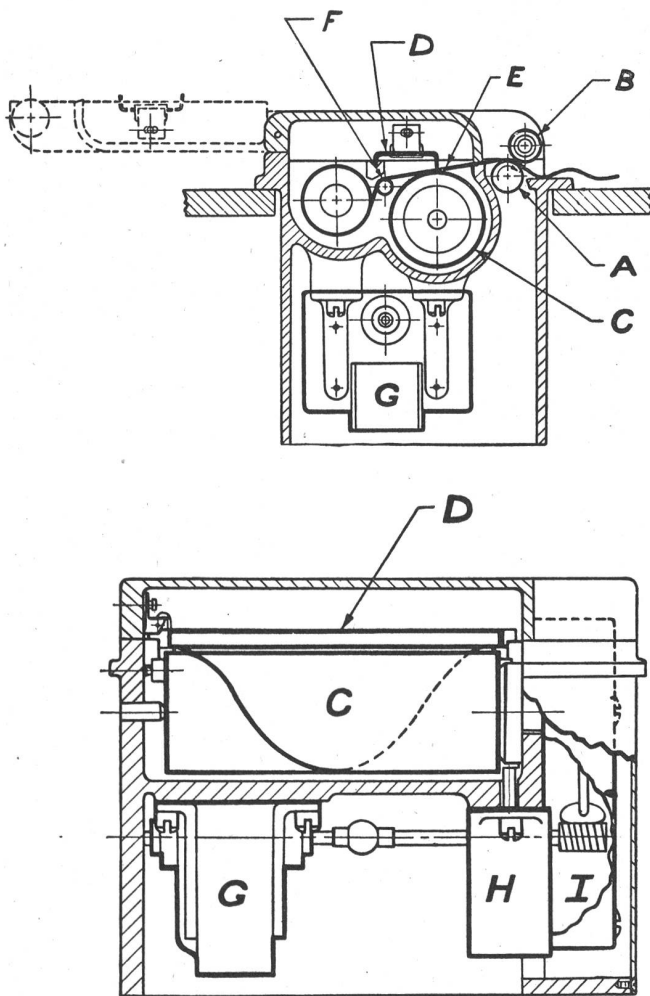


Bild 7: Wie ein vollautomatischer Facsimileempfänger arbeitet: *A* Treibrolle für das Papierband; *B* Gegendruckrolle; *C* Walze mit schraubenförmiger Schneide (eine Windung über die ganze Walzenlänge); *D* scharfkantiges Lineal, das das Papierband gegen die Schneide der Walze *C* drückt; *E* *Alfax*-Papierband; *F* Führungsrolle für das Papierband; *G* Synchronmotor zum Antrieb des Apparates; *H* elektromagnetische Vorrichtung zur phasenrichtigen Auslösung der Walze *C*; *I* Getriebe zum Antrieb der Walze *C* und der Antriebsrolle *A*. (System Alden)

magnetische Vorrichtung H dazu, die Schraubenschneide beim Beginn einer jeden Sendung im richtigen Augenblick auszulösen, worüber wir gleich sprechen werden.

Gleiche Geschwindigkeit und Gleichschritt

(Synchronismus und Phase)

Bei allen Bildübertragungssystemen müssen Sender und Empfänger mit gleicher Geschwindigkeit oder, wie der Fachmann sagt, *synchron* laufen; sonst wird das Bild beim Empfang hoffnungslos windschief und verzerrt. Außerdem muß die Übertragung *phasengleich*, das heißt, im gleichen Schritt erfolgen: sie muß mit der linken oberen Bildecke beginnen und mit der rechten unteren Ecke enden; sonst wird nur ein Teil des Bildes empfangen, oder die Niederschrift beginnt mitten im Bild und zerschneidet es in zwei Teile.

Um den *Gleichlauf* herzustellen, benützt man, wenn Sender und Empfänger am selben Starkstromnetz angeschlossen sind, *Synchronmotoren* zum Antrieb, die eine gleichmäßige Tourenzahl der Sendertrommel und der Empfängerschneiden sichern. Für Bildrundfunkempfänger und den Facsimileverkehr in einem gemeinschaftlichen Einzugsgebiet ist dieses Verfahren ausreichend. Wenn jedoch Sendung und Empfang in Fahrzeugen erfolgen, etwa beim Militär-, Polizei- und Feuerwehrdienst, auf Eisenbahn, Auto, Schiff oder Flugzeug, dann wird ein anderes Mittel

angewendet, am vorteilhaftesten die schon im Jahre 1868 von dem Franzosen *d'Arlicourt* eingeführte, seither aber ungemein verbesserte *Stimmgabelsynchronisation*: Beim Sender und bei den Empfängern werden auf genau gleiche Tonhöhe (zum Beispiel 1800 Hz) abgestimmte Stimmgabeln elektrisch dauernd erregt und zur Erzeugung eines Wechselstromes von ganz bestimmter Frequenz benutzt, mit dem man den Antriebsmotor steuert, damit er seine Tourenzahl streng einhält.

Für die Einhaltung der *gleichen Phase* bei Sendung und Empfang werden, wie wir bereits angedeutet haben, zu Beginn jeder Sendung bestimmte Signale gegeben, die im Empfänger ein elektromagnetisches Relais auslösen und auf diese Weise die Empfangsvorrichtung im geeigneten Augenblick anlaufen lassen.

Die heute für den synchronen und phasengleichen Lauf geschaffenen Vorrichtungen arbeiten mit solcher Präzision, daß jede weitere Wartung überflüssig ist. Im wesentlichen erfordert – wie schon gezeigt wurde – die Bedienung des Senders nur das Einschieben des Sendedokuments und einen Druck auf den Starthebel, die des Empfängers dagegen von Zeit zu Zeit die Auswechslung der abgelaufenen Papierrolle, was mit wenigen Handgriffen geschieht. Man versteht, daß solche Geräte sich unter den verschiedensten Verhältnissen und für mannigfaltige Zwecke verwenden lassen.

Kleine Beobachtungen in der Natur

DR. ROBERT STÄGER

Bienen und Blütenduft

Es ist eine bekannte Tatsache, daß unter blühenden Linden oft betäubte und tote Bienen umherliegen, die dem narkotischen Duft des Baumes erlagen.

Eine ähnliche Beobachtung machte ich im Sommer 1943 und 1944 am Gartenmohn, der in den Katalogen der Handlungsgärtner als Seiden- und Begonienmohn bezeichnet wird. Seine Blüten liefern keinen Nektar, sondern nur Pollen – diesen aber in verschwenderischer Fülle. Zum Samenansatz ist Kreuzbestäubung notwendig, und diese vermittelt ein Heer von Insekten. Außer Hummeln und der stahlblauen Holzbiene (*Xylocopa violacea*) besuchten in meinem Garten die Honigbienen in Masse die großen rot leuchtenden Blüten. Manchmal sah ich vier bis fünf Stück in einer einzigen Blume einen eigentlichen Wirbeltanz um die Staubbeutel herum aufführen. Nicht selten taumelten sie am Ende der

Schaustellung erschöpft auf die Erde, wo sie eine ganze Weile wie gelähmt liegenblieben, ehe sie wieder aufflogen. Der vorausgegangene Tanz, der immer wilder geworden war, war die erste Wirkung des narkotischen Blütenduftes auf die empfindlichen Bienenerven, die Betäubung die zweite Wirkung des Giftes.

Im vierten Bande des Handbuches der Blütenbiologie von *P. Knuth* wird eine ähnliche Beobachtung mitgeteilt, die eine ausländische Mohnart (*Romneya Coulteri*) des Botanischen Gartens zu Berkeley betrifft. Die Blüte jener Pflanze hatte einen angenehmen Veilchenduft, aber darüber hinaus machte sich noch ein häßlicher Beigeruch bemerkbar. Zahlreiche Honigbienen besuchten die Blumen und verweilten pollenfressend längere Zeit darinnen. Ihre anfangs raschen Bewegungen wurden dabei langsamer, und es dauerte nicht lange, so lagen sie betäubt zwischen den unterseits purpurn gefärbten Staubblättern oder auf den ausgebreiteten weißen