

II. Das Kurzsignalverfahren Kurier

Die nachfolgende Abhandlung über dieses Thema besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil beschreibt die technischen Grundlagen des Verfahrens sowie die eingesetzten Geräte und ihre Arbeitsweise; der zweite Teil berichtet von den Bemühungen auf deutscher Seite, das Verfahren zur Einsatzreife zu bringen, von den Rückschlägen, die dabei auftraten, und von den Reaktionen der gegnerischen Seite auf diese neue Art der Bedrohung.

Der zweite Teil stammt aus der Feder von Ralph Erskine, der durch mehrere Publikationen als Sachkenner ausgewiesen ist. Sein Beitrag ist das Ergebnis langer und sorgfältiger Recherchen. In deren Verlauf hat er auch eine Fülle von technischen Details aufgespürt. Der erste Teil über die technischen Grundlagen stützt sich weitgehend auf Material, das Ralph Erskine zusammengetragen, ausgewertet und dem Verfasser zur Verfügung gestellt hat. Ohne seine aktive Mitwirkung wäre dieser Einblick in die technischen Hintergründe dieser letzten deutschen Anstrengung, die U-Boote gegen Funkpeilungen zu schützen, nicht zustande gekommen. Der Verfasser ist ihm dafür zu großem Dank verpflichtet.

II.1. Technische Grundlagen¹

Die Kurier-Anlage besteht wie jedes Datenübertragungssystem aus einem Sender und einem Empfänger, die an Bord des U-Boots bzw. an Land installiert waren. Betrachten wir zunächst die Sendeseite.

Das Herzstück ist hier ein (Impuls-)Geber, der KZG 44/2.² Er erzeugt eine Folge von Impulsen von jeweils 1 ms Dauer. Die Impulsfolge wird durch die zu übermittelnde Nachricht bestimmt. Der Geber ist eine im wesentlichen mechanische Vorrichtung, die an einen normalen U-Boot-Sender angeschlossen ist. Um in dem engen U-Boot-Funkraum Platz zu finden, hat das Gerät kompakte Abmessungen (etwa 30 x 30 x 24 cm).

Der eigentliche Geber besteht aus einer Trommel, siehe Bild 21. Innerhalb dieser Trommel befindet sich ein drehbar gelagerter Arm, an dessen einem Ende der hufeisenförmige Permanentmagnet des Lesekopfs ("magnetic pickup") sitzt, im Bild halblinks unten. Der dort sichtbare Hebel blockiert den Arm, solange der Geber, wie hier gezeigt, außer Betrieb ist. Über diesem Hebel sind im Uhrzeigersinn 85 verstellbare Finger aus Weicheisen angeordnet. Halbrechts unten erkennt man den Startknopf.

Um den KZG 44/2 in Startstellung zu bringen, muß zuvor der Antrieb eingeschaltet und der Hebel gelöst werden. Dadurch wird der Arm mit dem Lesekopf entriegelt und vom Antrieb im Uhrzeigersinn bis zum Startknopf gedreht. Obwohl die vorliegenden Unterlagen darüber keine Auskunft geben, muß angenommen werden, daß Antrieb und Arm über eine starke Rutschkupplung miteinander verbunden waren. Denn wenn jetzt der Startknopf gedrückt wird, erreicht der nun freigegebene Arm in einigen ms seine volle, gleichmäßige Umlaufgeschwindigkeit.

Die Abgabe des Signals erfolgt in einem Umlauf des Arms. Zunächst wird das Vorsignal ausgelöst, das das optische Aufnahmesystem in der Empfangsstation aktiviert, von dessen einwandfreiem Funktionieren, wie noch zu zeigen sein wird, der Erfolg der Übertragung abhängt. Das Vorsignal sind 25 Startimpulse, die entstehen, wenn der Lesekopf an der gleichen Zahl von

¹ Von Ralph Erskine stammt der Hinweis auf folgendes Quellenmaterial zum Thema: Appreciation of the German "Kurier" system of telegraphy and the intercept problem, ASRE Technical Note, reference CX4/48/5 (ADM 220/291); "Kurier" Transmitters and Receivers. Interrogation of Inventor Dr Violet, Report No. A 38, 11 August 1945 (ADM 220/1742) sowie US Navy Tech. Misc. Eu. Rep. 529-45 (ADM 220/1742). - Nach der Fertigstellung des Manuskripts sind eine Reihe weiterer Dokumente durch die amerikanische National Security Agency freigegeben und an die National Archives (RG 457) in Washington überstellt worden: NSA Box CBBB54 NSA Accession No.25526a, Kurz signal Kurier (burst transmission), 1945; Box CBKH54/24883a Squash fixes, 1945; ZEMA151/23371a Kurier system of U-boat communication, 1945; ZEMA151/35255a Kurier problem; ZEMA198/36258a Cryptographic codes and ciphers: German project Kurier; ZEMA171/34645a Squash pictures (nach einer Mitteilung von Erskine).

² Abkürzung für Kurzzeichengeber, Jahr der Einführung 1944, Modell 2. Nach einer britischen Quelle (ADM 220/1742: "Kurier" Transmitters and Receivers. Interrogation of Inventor Dr. Violet, Report No. A 38, 11 August 1945) gab es einen Vorläufer, den KZG 44/1, der mit einer Fotozelle arbeitete. Dieses Gerät ging nicht in Serienproduktion.

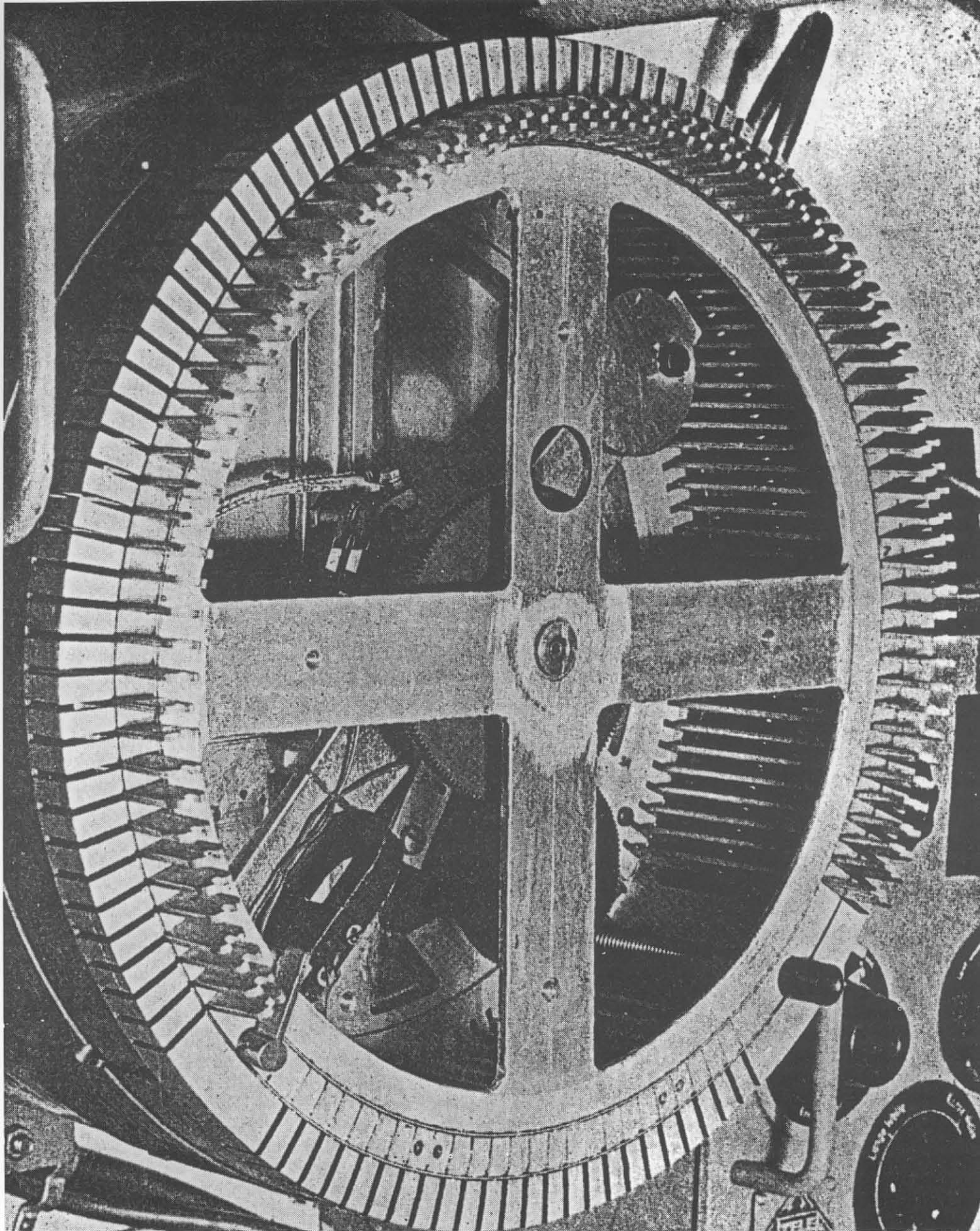


Bild 21: Kurier-Sendeanlage. Trommel des Impulsgebers KZG 44/2

Fingern vorbeifährt, die in Bild 21 unten innerhalb der Trommel gerade noch zu erkennen sind. Sie sind feststehend angeordnet, doch ihre Funktion ist die gleiche wie die der verstellbaren Finger. Zwischen den 1-ms-Impulsen ist jeweils eine Unterbrechung von 3 ms, was eine Tastfrequenz von 250 Hz ergibt.

Nach dem letzten Startimpuls erfolgt eine Unterbrechung von 20 ms, danach fährt der Lesekopf an den 85 verstellbaren Fingern vorbei, die die zu übermittelnde Impulsfolge auslösen. Diese eigentliche Datenübertragung, die stets mit einem Impuls eingeleitet wird, dauert maximal 337 ms. Danach läuft der Arm noch etwas weiter, bis der Umlauf beendet ist und der Lesekopf etwa in Höhe des Startknopfs abrupt zum Stehen kommt.³ Eine Blockierungseinrichtung des Startknopfs bewirkt, daß das System erst nach Ablauf von etwa vier Sekunden wieder gestartet werden kann. Damit soll in der Empfangsstation, will sagen: bei der Aufzeichnung des übermittelten Signals, eine Doppelbelichtung des lichtempfindlichen Papiers ausgeschlossen werden, was zu einem Datenverlust führen würde.

Abb.38 gibt den beschriebenen Aufbau des Kurier-Signals wieder (die einzelnen Elemente des Signals sind nicht maßstabsgetreu).

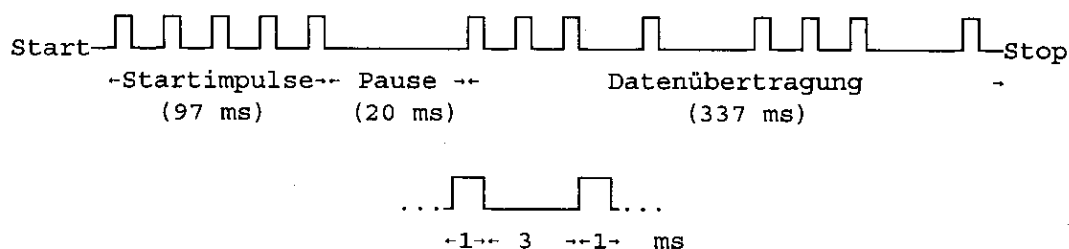


Abb.38: Das Kurier-Signal, sein Aufbau (oben) und die Impuls-Zeit-Verteilung (unten)

Kurier dient zur Übertragung von Morsezeichen. Das Signal, das aus maximal sieben Buchstaben besteht, wird vorher aufgesetzt und die Finger am Geber zwecks Auslösung der entsprechenden Impulse entsprechend gestellt. Jeder dieser Finger, in seiner Stellung belassen, löst einen Impuls aus, wenn der Lesekopf daran vorbeifährt; soll ein Impuls ausfallen, wird der betreffende Finger nach außen geschoben. Ein Punkt entspricht einem Impuls, ein Strich

³ Der Antriebsmotor wurde aus dem Bordnetz (220 V, 50 Hz) gespeist und lief mit 3.000 U/min, was eine Untersetzung von 24:1 auf 125 U/min Δ 2,083 U/s brachte. Das entspricht 480 ms für eine Umdrehung. Tatsächlich betrug die maximale Dauer des ausgesendeten Signals (bei Nutzung aller Finger) nur 454 ms, die restlichen 26 ms entfielen auf "Leerzeiten". Diese entstanden vor dem eigentlichen Beginn des Vorsignals sowie zwischen dem Passieren des 85. Fingers und dem Erreichen der Stop- bzw. Startposition. - Die Umdrehungszahl mußte genau geregelt werden, da davon die Einhaltung der 250-Hz-Tastfrequenz des Vorsignals abhängig war, mit dem die Aufnahmeeinrichtung in der Empfangsstation aktiviert wurde.

zwei Impulsen. Der Abstand zwischen Punkten bzw. Punkten und Strichen wird durch einen fehlenden Impuls, die Abstände zwischen Buchstaben und Gruppen von Buchstaben durch zwei bzw. drei fehlende Impulse dargestellt.⁴ Kurier-Signale können auch in binärer Form wiedergegeben werden. Wenn "1" für einen Impuls und "0" für einen Abstand steht, ergeben die Buchstaben "VR" folgendes Signal: 1010101100101101.

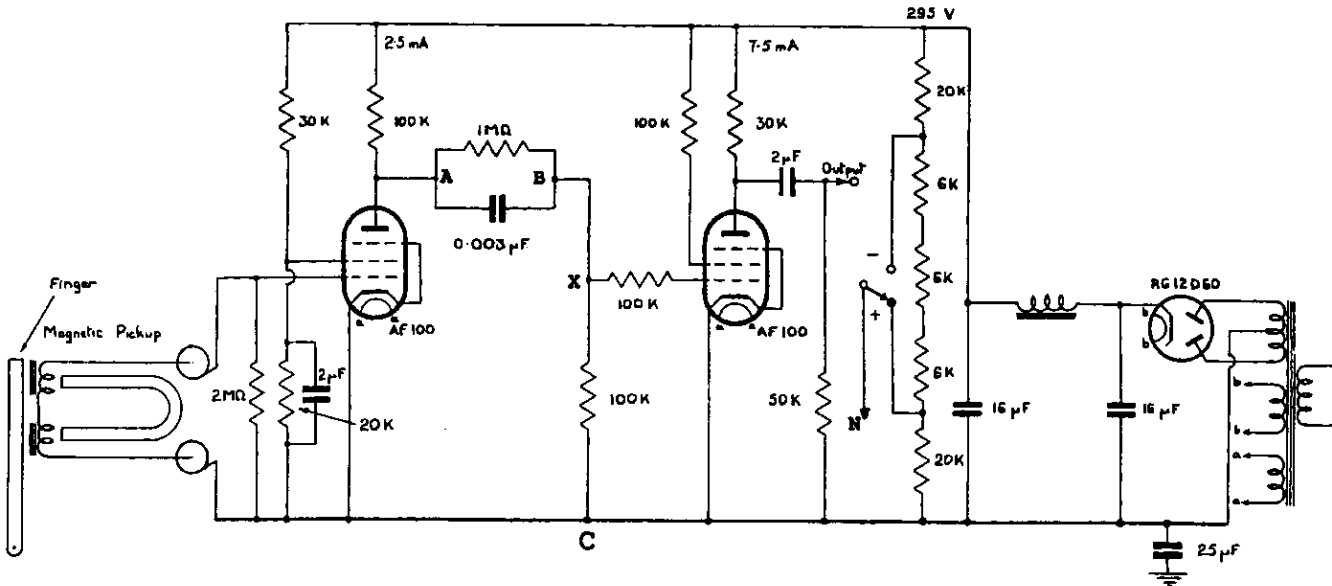


Abb.39: Die Entstehung der Kurier-Impulse im KZG 44/2 und ihre Verarbeitung

Betrachten wir nun die Entstehung und Verarbeitung der Impulse anhand des Schaltbilds in Abb.39, das von den Engländern 1945 angefertigt wurde. Links unten sehen wir den den Impuls auslösenden Finger und rechts davon den Lesekopf, bestehend aus dem hufeisenförmigen Permanentmagneten und zwei Spulen. Der Magnet steht senkrecht auf den Spulen und kann so kein magnetisches Feld, d.h. keine Kraftlinien in diesen induzieren. Kommt nun, wie in der Abbildung gezeigt, der Lesekopf nah genug an einem Finger vorbei, wird der Finger durch den Permanentmagneten magnetisiert, was wiederum eine stoßartige Magnetisierung der Spulenkerne bewirkt. Dadurch entsteht in den Spulen des Lesekopfs erst ein positiver und unmittelbar danach ein negativer Impuls.⁵ Abhängig davon, mit welcher Polarität die Spulen an den Verstärker angeschlossen sind, verarbeitet die Schaltung entweder die vordere oder die hintere Flanke des Impulses.

Da nicht alle Leser mit dieser Art von Schaltung vertraut sein werden, hier eine kurze Erläuterung. Wer noch mit der Röhrentechnik zu tun hatte, wird sehen, daß die erste AF 100 im Ruhezustand keine negative Gitterspannung hat, wodurch ein relativ hoher Anodenstrom fließen kann, der die Röhre zerstören könnte. Durch den Widerstand von 100 kΩ wird der Anodenstrom auf 2,5 mA begrenzt. Der Spannungsabfall an diesem Widerstand beträgt nach

4 Da es sich um Morsezeichen handelt, beginnt die Datenübertragung stets mit einem Impuls.

5 Das magnetische Feld steigt zunächst auf ein Maximum an und geht nach 1 ms wieder auf ein Minimum zurück.

dem Ohmschen Gesetz 250 V, so daß an der Anode statt 295 nur noch 45 V anliegen. Ohne das hier zu begründen, wollen wir annehmen, daß am Punkt X der Schaltung ein Zehntel von 45 V, also 4,5 V stehen. Das bedeutet, daß auch die zweite AF 100 im Ruhezustand keine negative Gitterspannung hat und ohne einen entsprechenden Widerstand maximalen Anodenstrom ziehen würde. Der Widerstand beträgt hier 30 k Ω , d.h. im Ruhezustand fließen 7,5 mA, was einem Spannungsabfall von 225 V auf 70 V entspricht.

Die Spulen des Lesekopfs sind direkt mit dem Steuergitter der ersten AF 100 verbunden. Liefern die Spulen eine hinreichend große negative Spannung an das Gitter, wird der Anodenstrom plötzlich auf Null zurückgehen und gleichzeitig die Anodenspannung auf die volle Versorgungsspannung von 295 V ansteigen.⁶ Dadurch wird der Anschluß A des 0,003- μ F-Kondensators an 295 V gelegt und damit ein Stromfluß von C über X und B nach A ausgelöst.⁷ Der Strom fließt dabei durch den 100-k Ω -Widerstand zwischen C und X. Nachdem sich der +Pol immer auf der Seite des Widerstands befindet, wo der Strom eintritt, wird X automatisch negativ. Damit wird auch die zweite AF 100 gesperrt und ihr Anodenstrom unterbrochen. So kommt schließlich über den 2- μ F-Kondensator ein 185-V-Impuls zustande. Da N mit der negativen Gitterspannung des Senders verbunden ist, sind es tatsächlich jedoch nur 120 U_{ss}.

Verfolgen wir jetzt den Weg der Impulse vom Geber bis zur Antenne anhand des Blockschaltbilds in Abb.40.⁸ Ganz links wieder der Geber KZG 44/2, der die Impulse an den Impulsverstärker liefert. Rechts von diesem die schematische Darstellung eines Senders. Es ist klar, daß die eingezeichnete Morsetaste vollkommen ungeeignet war, um Impulse von 1 ms Dauer zu erzeugen. Außerdem waren die gebräuchlichen Oszillatorschaltungen nicht in der Lage, schnelle Schaltvorgänge bei voller Leistung auszuführen.⁹ Man fand eine relativ einfache Lösung, die darin bestand, daß man den Steuersender (VFO) vor Beginn der Sendung auf Dauerbetrieb schaltete. Die Endstufe (PA) war davon "abgekuppelt" und blieb durch eine hohe negative Spannung gesperrt. Erst wenn - und in dem Rhythmus wie - diese negative Sperrspannung durch die eingespeisten Impulse aufgehoben wurde, gelangte Energie an die Antenne. Eine Umschaltvorrichtung sorgte dafür, daß man den Sender wahlweise für Kurier gebrauchen oder in der herkömmlichen Weise mit der Morsetaste betreiben konnte.

6 Der Einfachheit halber vernachlässigen wir die Wechselwirkung von R (Widerstand) und C (Kapazität) in der Schaltung wie auch die (große) Steilheit der AF 100.

7 Diesem Kondensator kommt somit eine wichtige Rolle zu. Ohne ihn würde die Schaltung nicht in der beschriebenen Weise funktionieren bzw. es wäre eine weitere Röhre erforderlich.

8 Dieses und die beiden folgenden Blockschaltbilder wurden von mir auf der Grundlage britischer und amerikanischer Unterlagen aus den Jahren 1945/46 angefertigt. Dabei erwies sich meine mehr als dreißigjährige eingehende Beschäftigung mit deutschen Nachrichtengeräten als sehr hilfreich. Eine ganze Reihe solcher Geräte befindet sich in meinem Besitz.

9 Auch die Briten hatten damit anfangs große Schwierigkeiten. Eine Serie von Filmstreifen mit Kurier-Signalen legt davon Zeugnis ab, vgl. ADM 220/273: High-Speed Transmissions from Naval Transmitters Types 55 and TS 2 using German High-Speed Keying Apparatus Kurier ("Squash").

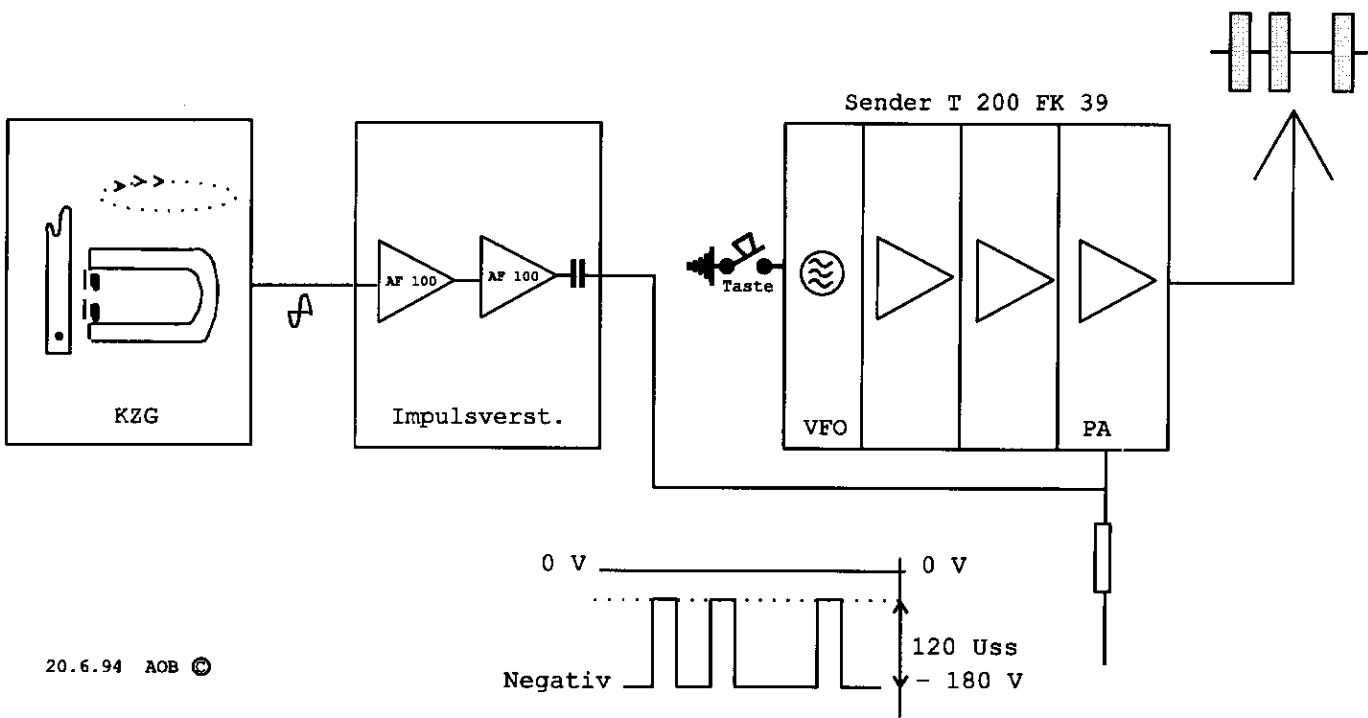


Abb.40: Blockschaltbild der Kurier-Sendeanlage

Nun zur Empfangsseite, der Station an Land. Als Empfänger diente der CR 101, von dem jeweils drei Exemplare zusammen im Mehrfachbetrieb ("diversity") eingesetzt waren.¹⁰ Deutsches Bedienungspersonal soll bei Verhören in britischer Kriegsgefangenschaft ausgesagt haben, daß die drei Empfänger angeblich jeweils etwas unterhalb, etwas oberhalb und auf die Sollfrequenz selbst abgestimmt waren. Nach der Demodulation im CR 101 gelangt das Signal in den angeschlossenen eigentlichen Kurierempfänger, das Registriergerät KGR-1, wie es auch genannt wird,¹¹ vgl. das Blockschaltbild in Abb.41.

Am Ausgang des Empfängers (E) nimmt das Signal einen doppelten Weg. Der eine führt über einen Verstärker (V) nach einem eigens von Telefunken entwickelten 250-Hz-Filter (F), der andere, ebenfalls über einen Verstärker, an die vertikalen Ablenkplatten einer Kathodenstrahl-

¹⁰ Diversity ist ein Verfahren, mit dem unerwünschte Begleiterscheinungen bei der Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen kompensiert werden können. Wellen werden manchmal durch unterschiedliche ionosphärische Schichten oder andere Ursachen in einer Weise reflektiert, daß Signale aus ein und derselben Quelle mit verschiedenen Laufzeiten bei der Antenne ankommen. Sie können sich dadurch untereinander mehr oder weniger stark beeinflussen und sich unter besonderen Bedingungen sogar gegenseitig aufheben (selective fading). Dadurch, daß man mehrere Antennen bzw. Empfänger räumlich getrennt voneinander aufstellt, sind die Aussichten größer, daß wenigstens einer davon ein ausreichendes Signal empfängt.

¹¹ nach ADM 220/1742: "Kurier" Transmitters and Receivers. Interrogation of Inventor Dr Violet, Report No. A 38, 11 August 1945

röhre, wo das Signal als senkrechter Strich auf dem Schirm erscheint. Die Länge dieses Strichs steht in einem linearen Verhältnis zur Signalstärke. Eine zeitliche Information ist daraus nicht herzuleiten.¹²

Die 25 Startimpulse des Vorsignals haben, wie gezeigt wurde, eine Tastfrequenz von 250 Hz. Aus diesem pulsformigen Signal wird am Ausgang des Filters (Bandbreite: 10 Hz) eine sinusförmige Spannung, deren Phase und Amplitude in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen (nach Fourier). Das gilt allerdings nur unter der Bedingung, daß die Frequenz von Signal und Durchlaßfilter genau übereinstimmt. Mit anderen Worten: Wenn am Ausgang des Filters eine sinusförmige Spannung anfällt, kann mit großer Sicherheit angenommen werden, daß es sich um ein Kurier-Signal handelt. Denn gewöhnliche Prassel- oder andere Störungen werden kaum in Form einer Sinusspannung von 20 bis 25 Perioden auftreten und nicht ohne Unterbrechung 80-100 ms andauern.

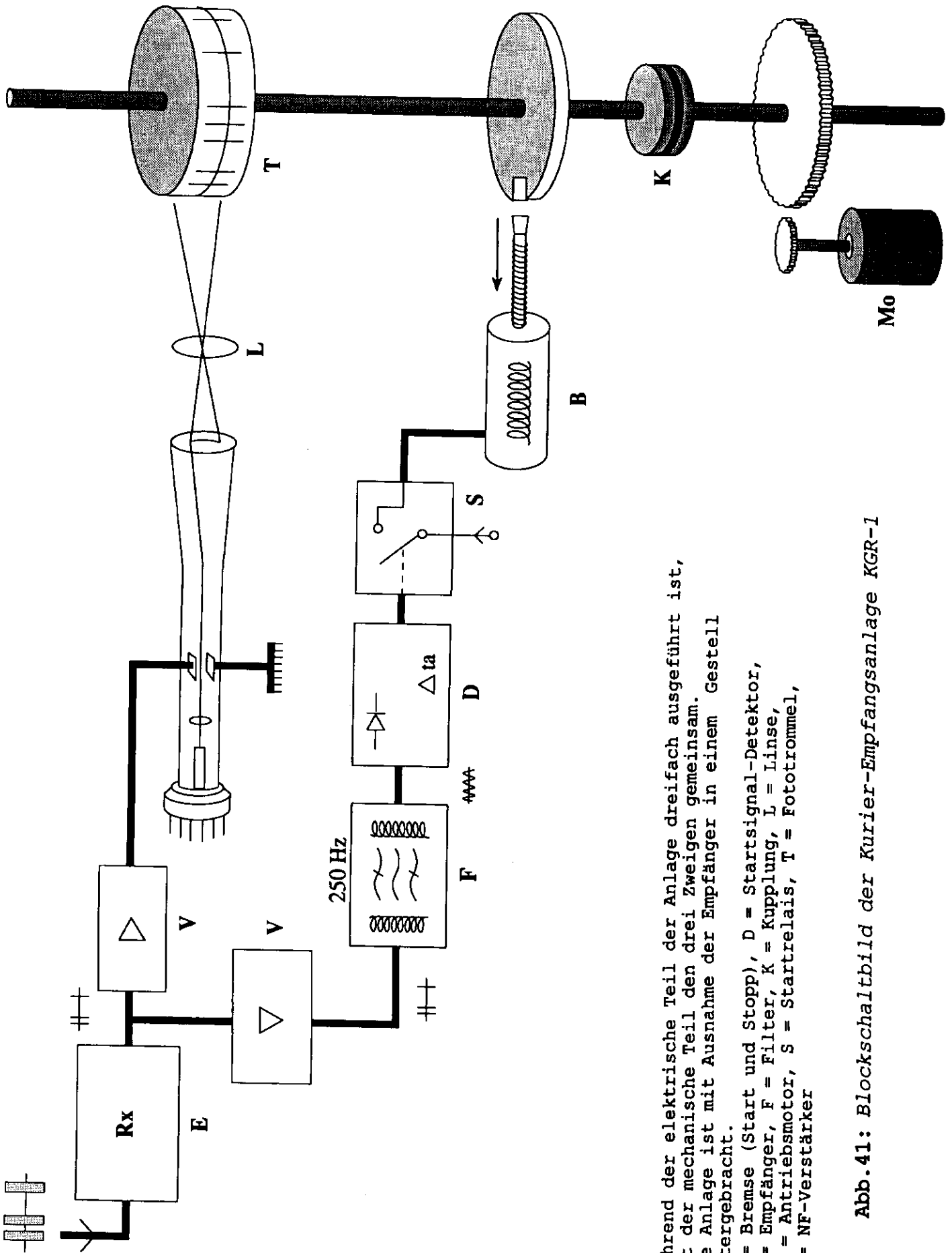
Vom Ausgang des Filters gelangt das Signal an eine Detektorschaltung (D), die ihrerseits den Startschalter (S) - es handelt sich in Wirklichkeit um ein Relais - betätigt. Wie der Leser leicht nachvollziehen kann, wird nun die Bremse (B) gelöst und dadurch die Trommel (T) des optischen Aufnahmesystems, die über die Kupplung (K) mit einem Motor (Mo) verbunden ist, in eine gleichmäßige Rotation versetzt. Auf der Oberfläche dieser Trommel war eine besonderes, von Zeiss Ikon entwickeltes Papier angebracht, das tausendmal lichtempfindlicher war als normales Fotopapier.¹³ Eine Linse (L) projiziert das Schirmbild der Kathodenstrahlröhre auf das lichtempfindliche Papier. Die Rotation der Trommel hat man sich als x- oder Zeitachse vorzustellen, und so ergibt sich die gleichzeitige Darstellung von Amplitude des Empfangssignals (y-Achse) und Sendedauer.¹⁴ Dadurch, daß man stets drei Filmstreifen zur Verfügung hat, wird bei schwierigen Empfangsbedingungen eine Rekonstruktion des Signals erleichtert.¹⁵

12 Die Kathodenstrahlröhren der drei Kurier-Empfänger bleiben so lange gesperrt (dunkelgetastet), bis einer der Empfänger aktiv wird, dadurch wird vermieden, daß der nicht abgelenkte Elektronenstrahl ein Loch in den Schirm brennt.

13 Die Belichtungszeit gewöhnlicher Fotopapiere bemißt sich in Sekunden, während es hier um Impulse von 1 ms geht. Es ist anzunehmen, daß das verwendete Papier mit einer besonderen Emulsion beschichtet war. Fraglich ist, ob das Papier besonders empfindlich für die Grüntöne normaler Kathodenstrahlröhren war, vielleicht verwendete man Röhren mit blau fluoreszierendem Schirm.

14 Die Drehgeschwindigkeit der Trommel mußte zwar konstant sein, brauchte aber nicht mit der des Gebers übereinzustimmen. Die Geschwindigkeit, bezogen auf die Dauer einer Umdrehung, hatte allein Einfluß auf die Länge des belichteten Papiers und damit auf den Maßstab der Darstellung (die Impulse/Zeichen rückten näher zusammen oder weiter auseinander).

15 Während beim klassischen Diversity-Empfang (nur) der Empfänger mit der größten Signalstärke freigegeben wird, war das bei Kurier insofern anders, als jeder Empfänger, der das Vorsignal empfing, unabhängig von den anderen den (gemeinsamen) Aufnahmemechanismus in Gang setzte. Ob auf einer Trommel (oder Kassette?) drei Filmstreifen angebracht oder drei getrennte, mechanisch miteinander verbundene Trommeln vorhanden waren, läßt sich heute nicht mehr sagen.



Während der elektrische Teil der Anlage dreifach ausgeführt ist, ist der mechanische Teil den drei Zweigen gemeinsam. Die Anlage ist mit Ausnahme der Empfänger in einem Gestell untergebracht.

B = Bremse (Start und Stopp), D = Startsignal-Detektor,
 E = Empfänger, F = Filter, K = Kupplung, L = Linse,
 Mo = Antriebsmotor, S = Startrelais, T = Fototrommel,
 V = NF-Verstärker

Abb. 41: Blockschaltbild der Kurier-Empfangsanlage KGR-1

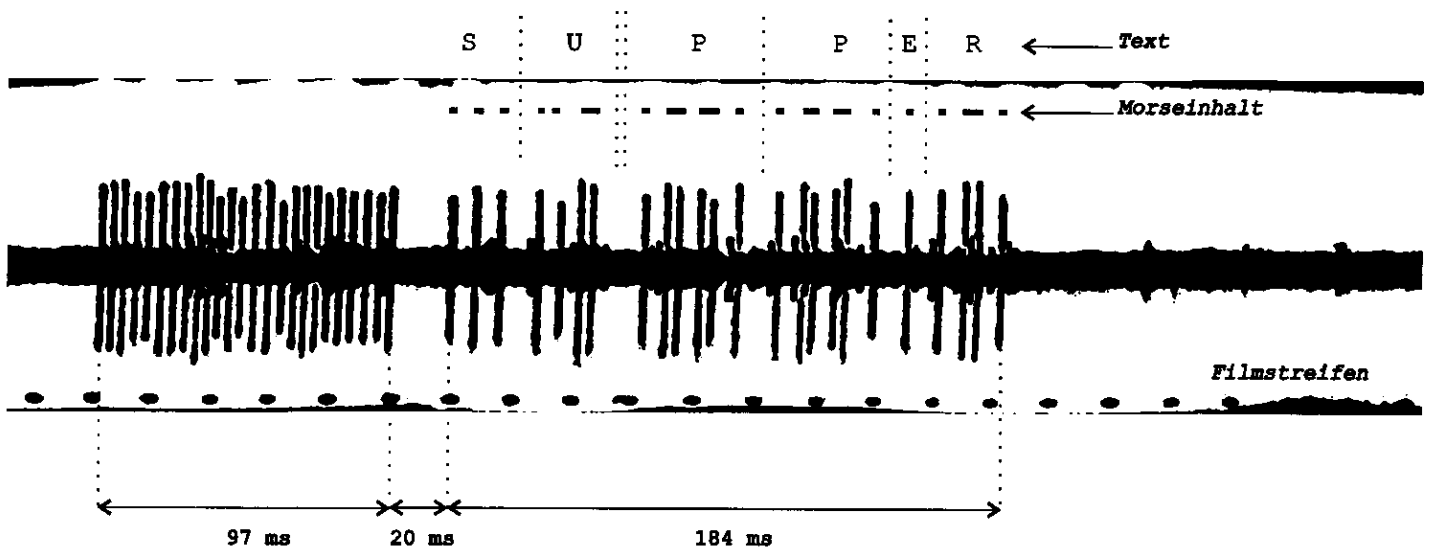


Abb.42: Aufzeichnung eines Kurier-Signals

Sehen wir uns einmal ein Kurier-Signal an. Abb.42 ist die Vergrößerung eines Filmstreifens aus einem alliierten Erprobungsbericht.¹⁶ Es handelt sich um eine Aufzeichnung, die die Engländer 1945 mit ihrem Nachbau der Kurier-Empfangsanlage gemacht haben.¹⁷ Sie gibt allerdings nur eine ungefähre Vorstellung des deutschen Originals, und das aus zwei Gründen. Zum einen sind in der englischen Aufzeichnung die Startimpulse vollzählig sichtbar, da der Film ständig lief, was bekanntlich bei der deutschen Apparatur nicht der Fall war. Zum anderen sind im dritten Abschnitt des Signals, der Datenübertragung, die Abstände zwischen Morsezeichen, Buchstaben und Gruppen von Buchstaben größer als beim Kurier-Verfahren üblich, was seinen Grund darin haben dürfte, daß auf diese Weise der eigentliche Inhalt des Signals besser lesbar ist.

Links auf der Zeitachse sind die 25 Startimpulse des Vorsignals deutlich auszumachen, rechts davon die Unterbrechung von 20 ms. Nimmt man diese beiden Abschnitte als zeitliche Referenz, kann man daraus einen Maßstab mit ms-Einteilung ableiten und durch Anlegen an die Aufzeichnung auf dem Fotopapier die einzelnen Zeichen ablesen.

16 ADM 220/273: High-Speed Transmissions from Naval Transmitters Types 55 and TS 2 using German High-Speed Keying Apparatus Kurier ("Squash")

17 Warum die Engländer bei ihren Untersuchungen nicht deutsche Kurier-Empfänger benutzt haben, ist mir nicht bekannt, vermutlich standen ihnen keine zur Verfügung. Daß Kurier-Sender in alliierte Hände gefallen sind, ist erwiesen und geht u.a. aus einer Mitteilung von Wolfgang Hirschfeld vom 19.10.1993 hervor. Sein Boot, U 234, hatte auf seiner letzten Feindfahrt eine Kurier-Anlage an Bord, diese aber nicht benutzt. U 234 ergab sich nach der deutschen Kapitulation dem amerikanischen Zerstörer USS Sutton. Hirschfeld wurde aus dem Gefangenenlager geholt, um die Anlage auszubauen, wie er selbst in [103] berichtet. In Anhang H ist ein Auszug aus dem amerikanischen Bericht über das Verhör der Besatzung von U 234 wiedergegeben; dort ist die Funkausrüstung des Boots aufgelistet. Übrigens sind darin zwei Kurier-Anlagen aufgeführt, was aber nach Hirschfeld nicht den Tatsachen entspricht.

Der Morseinhalt des Signals würde demnach folgendermaßen lauten:

... - - | - - - . - - - . - - . - - . entsprechend s u | p p e r

Bei einer genauen Betrachtung des Filmstreifens wird man sehen, daß in der Amplitude der empfangenen Impulse gewisse Variationen auftreten, ohne daß dadurch die Lesbarkeit des Inhalts im geringsten eingeschränkt wäre. An manchen Stellen erscheint unmittelbar vor dem eigentlichen Impuls ein kleines Echo. Beide sind jedoch gut voneinander zu unterscheiden; unter extremen Bedingungen konnte durch solche "Geistersignale" allerdings die Lesbarkeit des Signals in Frage gestellt werden.



Bild 22: *Der Empfänger CR 101*

Die CR 101 [120], vgl. Bild 22, wurden normalerweise in A 3 (Amplitudenmodulation) betrieben.¹⁸ Dadurch wurden keine zu hohen Anforderungen an die Frequenzstabilität der

¹⁸ Obwohl britische Quellen eine maximale Frequenzabweichung von 1 kHz angeben, betrug die geringste Bandbreite des CR 101 bei eingeschaltetem Quarzfilter 3 kHz [120]. - Bei einer derartigen Bandbreite würde übrigens, in Ansehung der Besonderheiten des Kurier-Verfahrens, eine unterschiedliche Abstimmung der drei CR 101 keinen Sinn ergeben, sondern im Gegenteil die Vorteile des Mehrfachbetriebs zunichte machen. Ich bezweifle deswegen die Richtigkeit der Aussagen, wonach die

Empfänger gestellt. Bekanntlich ist auf den AM-Bändern (LW, MW, KW) die Tonhöhe nicht abhängig davon, ob der Empfänger genau auf die Station abgestimmt ist. Die genaue Abstimmung entscheidet höchstens über den Grad der Verzerrung der Modulation und damit über die Verständlichkeit. Obwohl das diskutabel ist, kann man das Kurier-Signal als amplitudenmoduliert ansehen.

Zum Schluß noch einen Blick auf das 3-F-Kurier-Verfahren, das wahrscheinlich so benannt ist, weil es Gebrauch von drei Frequenzen macht. Es scheint sich dabei, ebenso wie bei dem eigentlichen Kurier, um eine Entwicklung von Telefunken zu handeln, die mit der Kriegsmarine koordiniert war; andererseits wurde der 3-F-Kurier nicht von der Kriegsmarine eingesetzt.¹⁹ Die Erwähnung an dieser Stelle soll eine Vorstellung vom Stand der Entwicklungsarbeiten auf deutscher Seite vermitteln und so das Bild abrunden.

Abb.43 gibt das Blockschaltbild der Empfangsseite wieder. Der 3-F-Kurier nutzt zwar gleichfalls Impulse zur Datenübertragung, aber das ist auch die einzige Ähnlichkeit mit dem bisher besprochenen Verfahren. Es werden mit 3, 4 und 5 kHz tonmodulierte Impulse verwendet, um Morsebuchstaben zu erzeugen. Ein 3-kHz-Impuls bedeutet einen Punkt, ein 4-kHz-Impuls einen Strich und ein 5-kHz-Impuls einen Abstand zwischen zwei Zeichen. Zur Erzeugung eines Morsebuchstabens sind immer fünf Impulse erforderlich, egal, aus wieviel Zeichen der Buchstaben besteht.²⁰ So wird beispielsweise der Morsebuchstabe a (·-) dargestellt durch einen "burst" von 3, einen von 4 und drei von 5 kHz, der Buchstabe e (·) aus einem von 3 und vier von 5 kHz usw. Als Ausgabeeinheit diente nach der Aussage eines Befragten ein sogenannter Creed-Lochstreifendrucker, obwohl das Blockschaltbild eher auf eine Anzeige per Kathodenstrahlröhre schließen läßt. Tatsächlich geht aus [121] hervor, daß eine besondere Art von Kathodenstrahlröhre, eine sogenannte Blauschriftröhre, Verwendung fand.²¹

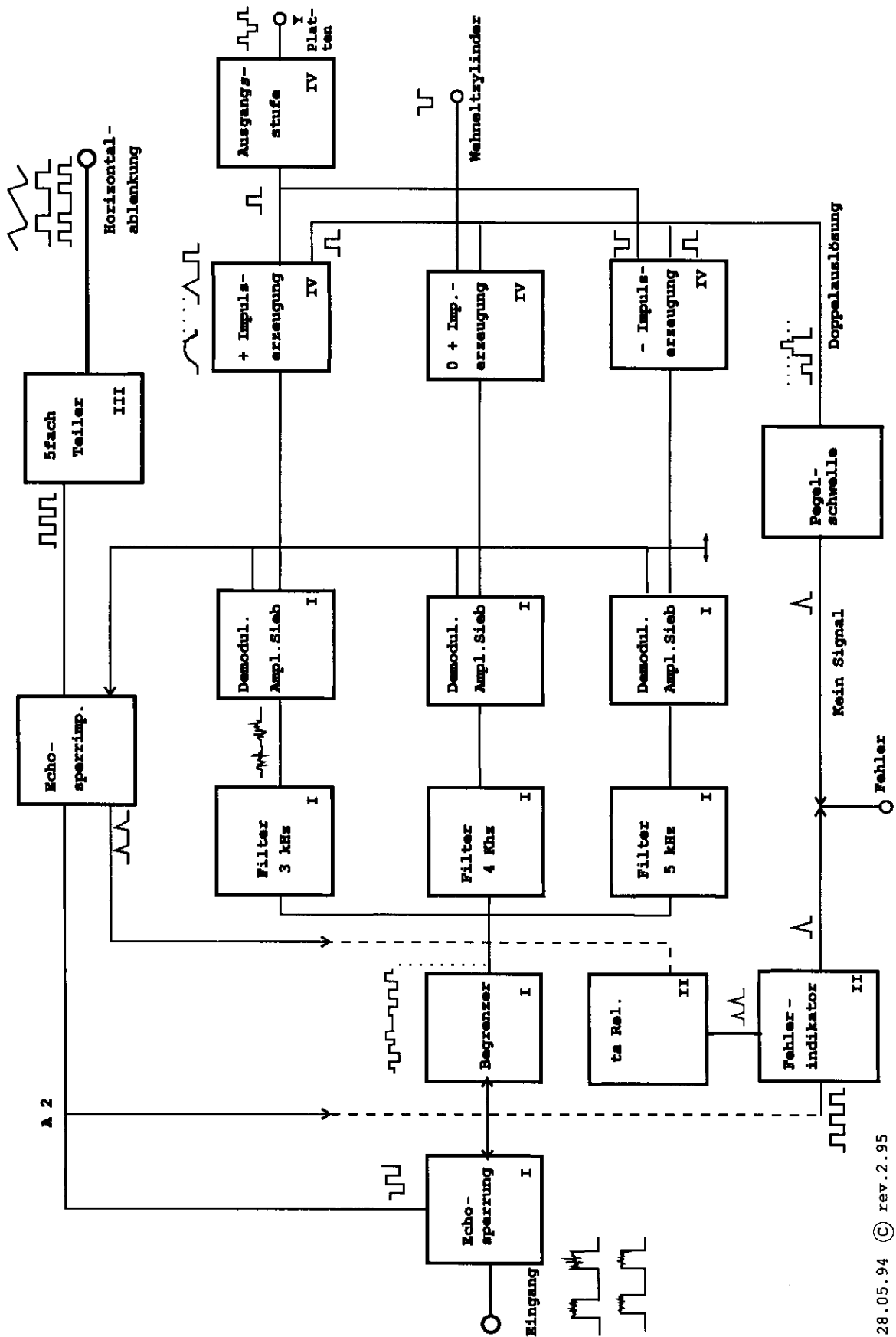
Bemerkenswert an der Schaltung ist am Eingang des Empfängers eine Art von Diskriminator zum Schutz gegen Übertragungsfehler. Es besteht, wie wir gesehen haben, die Gefahr, daß unter bestimmten Bedingungen "Geistersignale" die Erkennung von Impuls-Zeit-Relationen beeinträchtigen und dadurch Verwirrung stiften. Die hier Echosperrung genannte Vorrichtung wird dann aktiviert, wenn sich zwischen zwei Signalen ein weiteres, unerwünschtes Signal manifestiert. Eine zweite Besonderheit ist die Einbeziehung eines Fehlerindikators, mit dem

drei Empfänger jeweils etwas unterhalb, etwas oberhalb und auf die Sollfrequenz selbst abgestimmt waren.

19 In den britischen Quellen gehen die Ausführungen über beide Systeme streckenweise durcheinander. Wie weit der Grund dafür lückenhafte, wenn nicht bewußt falsche Auskünfte deutschen Personals beim Verhör durch die Alliierten ist, kann ich nicht beurteilen. Andererseits gehört es wohl zu den militärischen Pflichten, den (ehemaligen) Gegner in die Irre zu führen. Deswegen ist bei der Würdigung solcher Aussagen stets große Vorsicht am Platz.

20 Hier ist eine gewisse Verwandtschaft mit dem Baudot-Code zu erkennen, wie er beim Fernschreiben verwendet wird.

21 "Die Übertragungsgüte einer solchen Anordnung und die Fleckschärfe der beschriebenen Blauschriftröhre waren so groß, daß Buchstaben von 2 mm Höhe noch, sogar nach Monaten, gut erkennbar waren" [121, S.535] Daraus folgt, daß Buchstaben bzw. Informationen auf dem Schirm gleichsam gespeichert wurde.



28.05.94 © rev.2.95

Abb. 43: Blockschaltbild der 3-F-Kurrier-Empfangsanlage

eine Fehlerkorrekturschaltung ausgelöst wird. Diese Vorkehrungen entsprachen der Devise "lieber keine Nachricht, als eine falsche Nachricht" [121, S.535].

Alles in allem eine Schaltungstechnik, die für die damalige Zeit als sehr aufwendig gelten muß.