

# RADIOBOTE

Interessengemeinschaft für historische Funk- und Radiotechnik

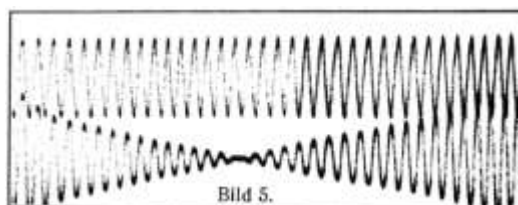
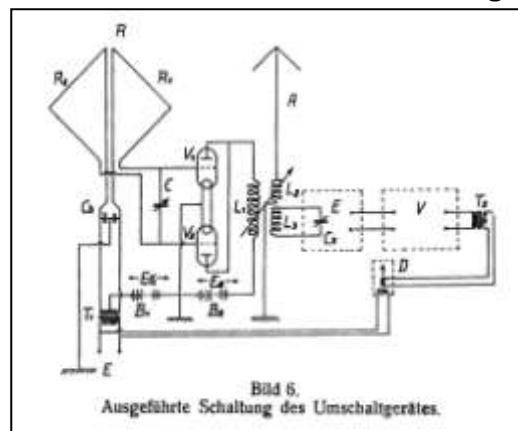


Heft 76, 13. Jahrgang

September-Oktober 2018

## Zielfluggeräte nach „Dieckmann-Hell“

Zielfluggeräte waren in den 1930er und 40er Jahren funktechnische Hilfsmittel in Flugzeugen, um Sender mit bekanntem Standort nach Instrumentenanzeige anzufliegen. Hierzu wurde der Sender mit einer richtungsabhängigen und einer rundstrahlenden Antenne empfangen. Beide Signale ergaben miteinander kombiniert eine richtungsabhängige Kursanzeige nach Instrument. Gemeinsames Kennzeichen der Zielfluggeräte nach D&H ist ein fest montierter Peilrahmen quer zur Flugrichtung und die elektronische Umschaltung der Rahmenantenne. Das Minimum der Peilrahmenspannung liegt in Flugrichtung. Bei Anflug direkt auf Kurs liefert nur die Hilfsantenne ein Signal. Bei Kursabweichung nach rechts oder links wächst das Rahmensignal rasch an, jedoch jeweils mit umgekehrter Phasenlage. (Bild 5, 6 und 9 Dissertation Rudolf Hell, München, 1928).



**Max Dieckmann** (1882–1960) studierte Elektrotechnik, war Assistent von Ferdinand Braun in Straßburg, baute als Assistent an der TH München 1908 auf einer Wiese bei Gräfelfing privat ein Versuchsfeld für funkelektrische Messungen auf und arbeitete vorwiegend an Themen, die Luftfahrt und Funktechnik miteinander verbanden. Folgerichtig kam er dann im 1. Weltkrieg zur Flieger-Funker-Versuchsabteilung in Döberitz und bezog von dort aus seine „Drahtlostelegraphische und Luftelektrische Versuchsstation Gräfelfing“ DVG (1937 Flugfunk-Forschungsinstitut Oberpfaffenhofen, FFO) in seine Arbeit mit ein. Als Professor an der TH München konnte er das Fortbestehen der DVG nach dem Kriege sichern. Die Flugfunktechnik und insbesondere die Funkpeilung blieben seine Arbeitsgebiete.

**Rudolf Hell** (1901–2002) studierte bei Prof. Dieckmann in München Elektrotechnik und wurde anschließend dessen Assistent. In der Zeit bis 1929 entwickelte sich eine ungemein fruchtbare Zusammenarbeit auf dem Gebiet Funkpeilung und Zielflug nach Instrumentenanzeige für Luftfahrzeuge. Im Rahmen seiner Dissertation „Direktzeigendes funkentelegraphisches Peilverfahren“ entstanden 1927 mehrere einander verbessernde Zielflugschaltungen, deren Wirksamkeit er anhand von umfangreichen Flugerprobungen erfolgreich nachweisen konnte. 1929 gründete Hell bei Berlin seine erste Firma und widmete sich fortan vorwiegend dem Thema Typenbildschreiber, Bildzerlegung und Bildübertragung. Der Verkauf seines Hellschreiber-Patents an Siemens begründete eine lange Phase der Zusammenarbeit mit Siemens und sicherte die Basis seiner eigenen schöpferischen Aktivitäten. Als er 2001 seinen 100. Geburtstag feiern konnte, nannte man ihn nicht zum ersten Mal den „deutschen Jahrhundert-Ingenieur“.

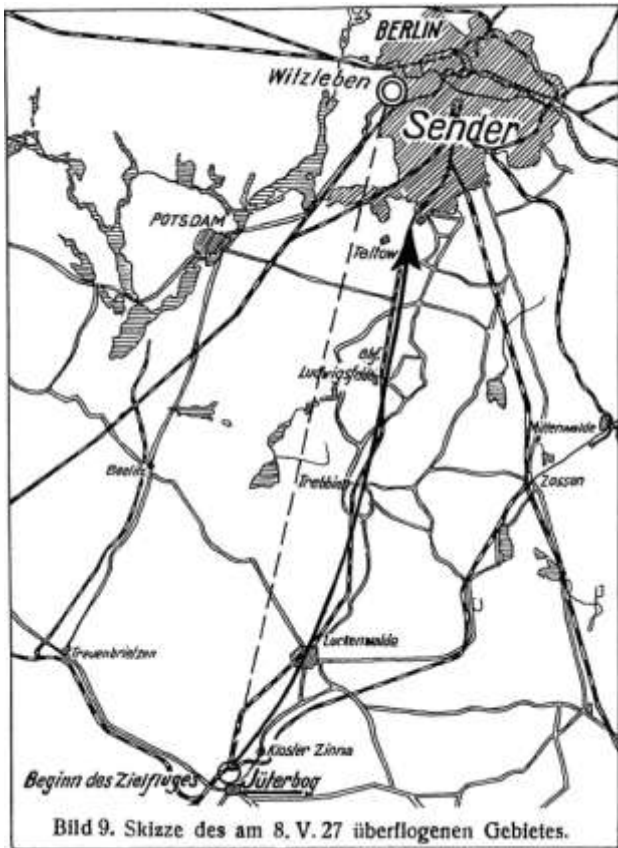
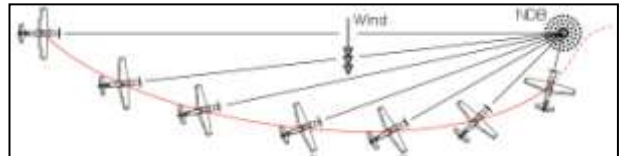


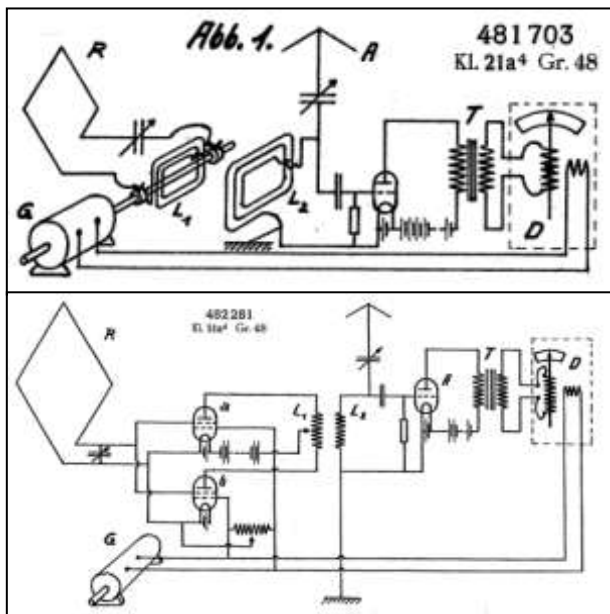
Bild 9. Skizze des am 8. V. 27 überflogenen Gebietes.

Der Versuchsflug auf den Funkturm in Berlin-Witzleben mit einer Junkers F 13 weist die Brauchbarkeit des Verfahrens sogar in der Abdrift nach: direkter Kurs auf das Ziel ohne andere korrigierende Navigation muss bei Seitenwind eine solche „Hundekurve“



ergeben [1]. Trenkle verwendet in seinen Abhandlungen zum Thema Zielflug die Bezeichnung „Dieckmann-Hell-Patent“. Ein solches Patent, das alle wesentlichen Merkmale der später verwendeten Schaltung enthält, ist noch nicht gefunden. Davon unabhängig rechtfertigt aber auch die elektronische Umschaltung und die Umsetzung zu einer Richtungsinformation bereits die Zuordnung zu Dieckmann und Hell.

Folgende beiden Patente von D&H beschreiben die Entwicklung des Verfahrens hin zur später eingesetzten Zielflugschaltung.

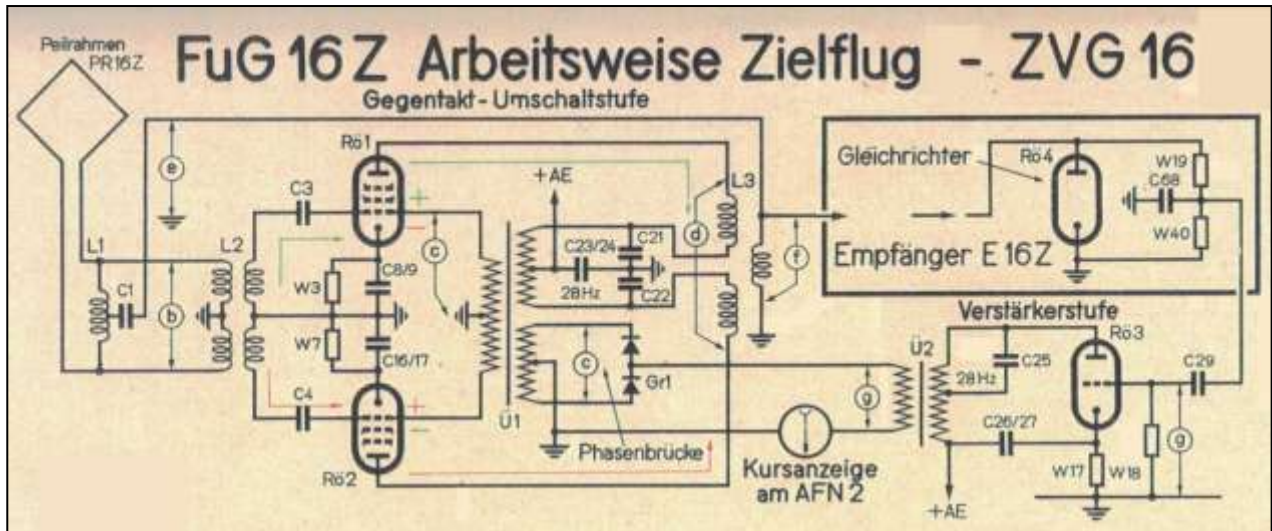


DRP 481703 (1927) koppelt die Rahmenspannung induktiv in die Hilfsantennenspannung am Gitter ein. Koppelspule L1 rotiert in der Spule L2 und ändert dadurch periodisch die Amplitude und die Rahmenphase um 180°. DRP482281 (1927) ersetzt die rotierende Spule durch zwei Schaltröhren, die als Schalter und als HF-Verstärker arbeiten. Sie werden abwechselnd durch eine NF-Wechselspannung G am Raumladegitter gesperrt und geöffnet. Die Rahmenspannung an den Steuergittern wird mit der NF des Generators moduliert, verstärkt und in abwechselnder Phase gemeinsam mit der Hilfsantenne in den Empfänger eingekoppelt.

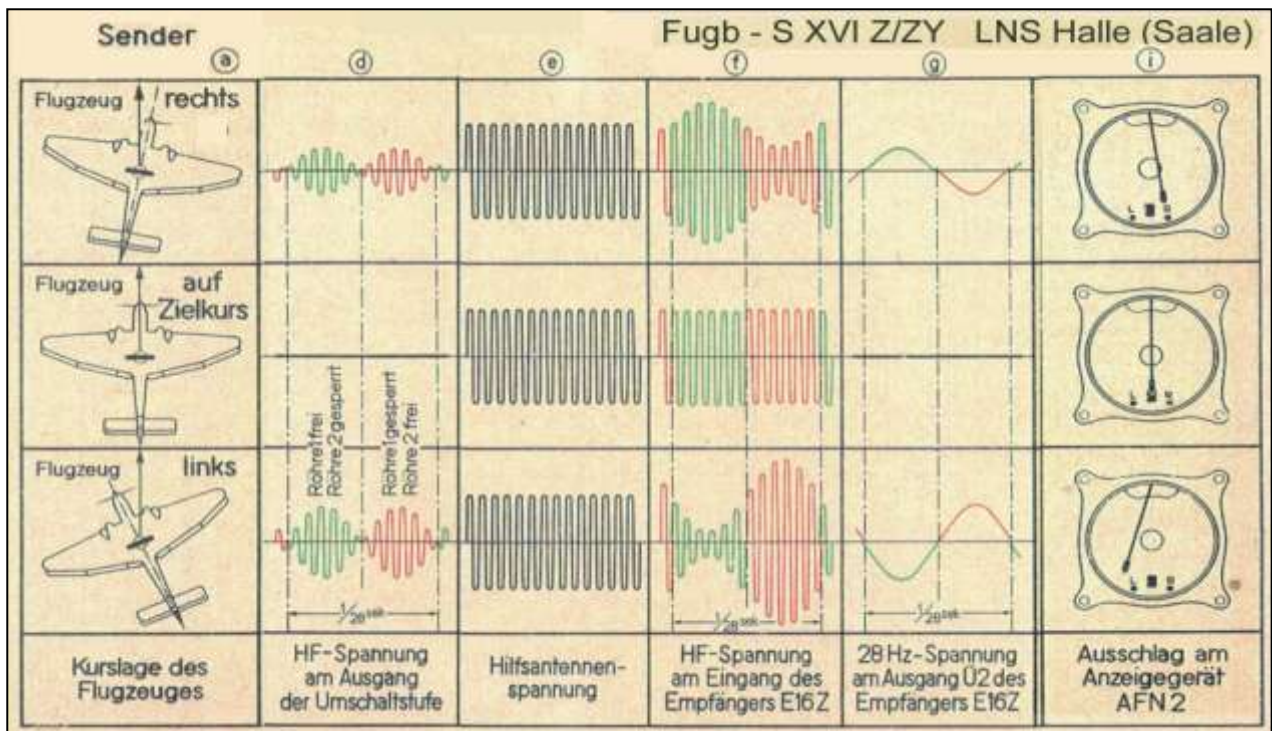
Am Ausgang des Empfängers wird das gleichgerichtete und verstärkte NF-Signal den beiden Spulen eines dynamometrischen Messinstruments D zugeführt, dessen Zeiger bei Rahmenspannung Null (Flug in Kursrichtung) in Mittelstellung steht und bei Kursabweichung im Maße der Abweichung nach links oder rechts ausschlägt.



Am Beispiel des ab 1942 eingeführten Bordfunkgerätes FuG16Z mit Zielflugvorsatzgerät ZVG16 soll das Zusammenwirken deutlicher gemacht werden.



Die Darstellung dreier Flugsituationen zeigt die Wirkungsweise des Verfahrens: 12° Kursabweichung nach rechts bewirken eine kleine Rahmenspannung. Die offene Umschaltröhre verstärkt diese HF im Maße der positiven Halbwelle (grün) des NF-Generators (d). Während der negativen Halbwelle (rot) wird die andere Röhre aufgesteuert und verstärkt in umgekehrter Phase.

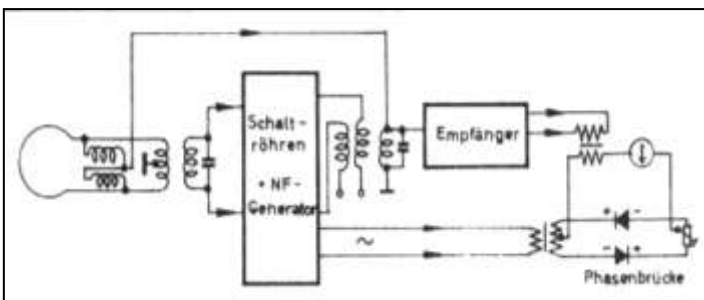


Am Empfängereingang addiert sich die grüne und subtrahiert sich die rote Phase der Rahmenspannung mit der konstanten Hilfsantennenspannung e zur HF-Eingangsspannung f am Empfänger. Verstärkt und gleichgerichtet entsteht ein 28-Hz-Signal g, das in einer Phasenbrücke mit der 28 Hz Generatorspannung verglichen wird. Das Anzeigergerät AFN 2 schlägt gering nach rechts aus. Genau auf Kurs ist die Rahmenspannung Null und die Kursanzeige Mitte. Die starke Kursabweichung um 24° nach links ergibt eine stärker

modulierte Eingangsspannung  $f$  in umgekehrter Phasenlage und dementsprechend ein größeres 28 Hz-Signal  $g$  und einen größeren Ausschlag  $i$  nach links am AFN 2.

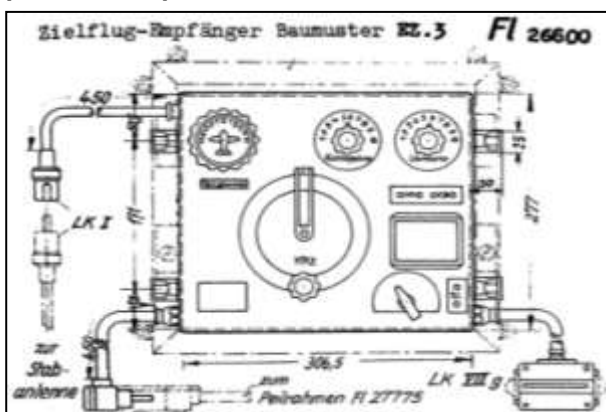
Die beiden Umschaltröhren werden von der 28 Hz-Spannung abwechselnd aufgetastet und gesperrt. Damit gelangen beide Phasen dieser Spannung und die HF aus dem Rahmen zum Empfänger und addieren sich mit der Hilfsantennenspannung. Dieses Gemisch durchläuft den (an sich normalen) Empfänger und erzeugt eine 28-Hz-Ausgangsspannung, die in Amplitude und Phase ein Maß für die Kursabweichung bildet. Da die 28 Hz Hilfsspannung viel stärker ist, als die empfangene HF, dominiert sie als Ausgangs-NF des Empfängers. Der Pilot hört im Kopfhörer bei Kursablage einen mehr oder weniger starken 28-Hz-Ton, der bei Flug auf Kurs verschwindet.

Das Besondere an den später realisierten Zielflugschaltungen ist, dass die beiden Röhren zusätzlich einen 28-Hz-Gegentakt-NF-Generator mit dem Schwingkreis (Ü1, C21-24) bilden, der diese Hilfsspannung **selbst** erzeugt. In den Patenten von Dieckmann und Hell wurde ein externer Generator verwendet. Vermutlich ist diese Lösung im Flugfunk-Forschungsinstitut Oberpfaffenhofen entstanden, dem Dieckmann ab 1937 vorstand. „Bauart F.F.O.“ auf dem Typschild eines Zielflugvorsatzgerätes ZVG 17 Z benennt die lizenzgebende Ursprungsfirma.



Dieses Schaltbild hat Trenkle zuerst als frühe Arbeit (vmtl. 1960er Jahre) über Bordfunkgeräte der Luftwaffe 1939 - 45 für den Ausschuss für Funkortung (Prof. Leo Brandt) veröffentlicht. Es könnte aus dem gesuchten Patent stammen[2].

An einer praktischen Verwertung der Zielflugschaltung wurde ab Mitte der 1930er Jahre gearbeitet. Trenkle nennt als erste Realisierung den 1935 bei der DVG entwickelten Langwellen-Zielflugempfänger EZ 3 (PeilG III), der in etwa 100 Auf-



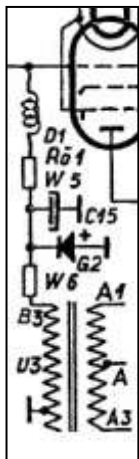
klären He 70 F bei der Luftwaffe eingesetzt worden ist. Der Peilrahmen quer zur Flugrichtung und die Stabantenne sind durchaus Indizien dafür[3]. Unterlagen zum EZ 3 (PeilG III) oder ein Gerät selbst konnten bisher noch nicht gefunden werden. Bekannt ist nur das FI-Blatt 26600.



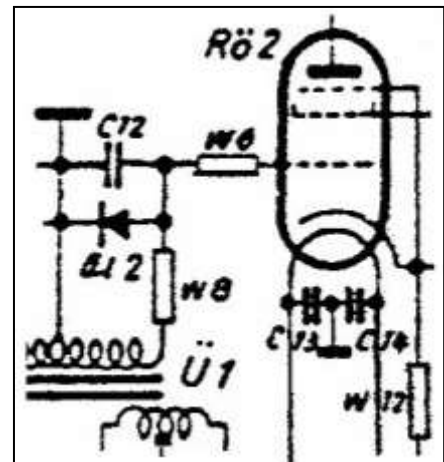
Vier Bordfunkgeräte sind mit Zielflugvorsatzgeräten nach D&H zielflugfähig gemacht worden: FuG 17 Z, FuG 16 Z/ZY, FuG 15 Z und FuG 24 Z. Die Funkgeräte hat Lorenz entwickelt. Die Zielflugvorsatzgeräte dürften in Zusammenarbeit von Prof. Dieckmann (DVG, FFO) und den Firmen Lorenz und Löwe-Radio AG entstanden sein.

Es gibt bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Vorsatzgeräten ZVG16 und ZVG17Z und ihren Varianten. Dazu gehört noch eine weitere Verbesserung die nach den Grundtypen ZVG16 und 17Z bei ZVG15 und den Varianten eingeführt worden ist. Leider sind körperlich vorhandene ZVG's ziemlich selten und nicht für alle Varianten sind dokumentierte Unterlagen bekannt. So stützen sich die folgenden Ausführungen nur auf die erreichbar gewesenen Quellen.

ZVG16, ZVG17Z und FuG141(c) benutzen zu Erzeugung der Umschaltspannung einen **transformatorgekoppelten Gegentaktoszillator**. Für sie gilt das oben dargestellte Funktionsschema. Die Frequenz der NF weicht geringfügig ab: ZVG16 28 Hz, ZVG17Z 25 Hz und FuG141 35 Hz. Ein besonderes Augenmerk galt wohl der optimalen Aussteuerung der Röhren auf der



Gitterseite. Da weichen alle drei voneinander ab. Beim ZVG16 werden die Gitter massesymmetrisch über 100 kOhm vom Trafo mit Wechselspannung angesteuert (Bild unten). Bei ZVG17Z geben Gleichrichter der Umschaltspannung eine trapezförmige Form (links und nächste Seite). Bei FuG141 legt G12 bei der positiven Halbwelle W6 an Masse, die Röhre verstärkt die HF und die NF. Die negative Halbwelle sperrt die Röhre (rechts).



Das ZVG16 besteht aus einer Grundplatte mit zwei 10 poligen Steckern und einem zweiseitigen Chassis mit vier Röhren RV12P2000 und ist mit einer Blechhaube abgedeckt. Die Umschaltstufe ist symmetrisch aufgebaut. Der HF-Ausgangskreis liegt auf der anderen Seite des Chassis



Beim ZVG17Z erkennt man im Bild die aufwändige Beschaltung der Gitter. Deutlich fallen konstruktive Unterschiede der bei Lorenz (ZVG16) und DVG (ZVG17Z) entwickelten Geräte auf.



ZVG 17 Z

Die angekündigte Verbesserung betrifft das ZVG 15 und die Varianten ZVG 15a, 16a (?) und 16b. Die arbeiten ohne Transformator als **Multivibratoren**. Die Umschaltung geschieht also mit Rechteckimpulsen. Dabei bedingt die Entkopplung von HF und NF und die Ansteuerung der Gitter recht aufwändige Modifikationen der an sich einfachen Multivibratorschaltung.



ZVG 15



Ich möchte meinen Freunden Dieter Beikirch, Frank Dörenberg, Jørgen Fastner, Günter Hütter, Dr. Othmar Lasser und Hans Lejeune herzlich danken, die mir bei dieser Arbeit mit Ausleihe, Fotos, Unterlagen und Diskussion geholfen haben.

Literaturnachweis:

[1] Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Hundekurve#Luftfahrt>

[2] Trenkle, „Bordfunk-Geräte der Luftwaffe“, o.J., Ausschuss für Funkortung, Abb.36

[3] Navarra, Deutsche Luftrüstung Band 2, Bernhard & Graefe, 1993