

# Wo steht die Wechselrichtertechnik?

Die neuzeitliche Wechselrichtertechnik ist dem FUNKSCHAU-Leser früher schon durch verschiedene Aufsätze nahegerückt worden, auch von der praktischen Seite (wir denken hier z. B. an die Baubeschreibung des Wechselrichters TG 70/1 bzw. des späteren TG 100/1). Daher tauchen in letzter Zeit verständlicherweise Fragen danach auf, wie nun die Wechselrichtertechnik jetzt nach dem neuesten Stand aussehen mag, besonders, nachdem die vergangene Rundfunkausstellung bei namhaften Firmen Neuerscheinungen auf diesem interessanten Gebiet gebracht hat. In Beantwortung dieser Fragen ist nach Sichtung der erreichbaren industriellen Unterlagen festzustellen, daß sich eine gewisse Standardisierung der Anordnungen in Anlehnung an die beiden Pionier-Firmen Philips und NSF. Bahn bricht, aber nur eine gewisse; es gibt auf diesem Gebiet eben noch immer Außenseiter und Überraschungen! Das kommt zum Teil auch darin zum Ausdruck, daß ein Teil der in Betracht kommenden Firmen es für zweckmäßig hält, ihre Schaltbilder nicht zu publizieren, d. h. wer an denselben ernstlich interessiert ist, bleibt darauf angewiesen, sich einen Wechselrichter der betreffenden Firma zu kaufen und ihn dann zu analysieren oder zu sezieren!

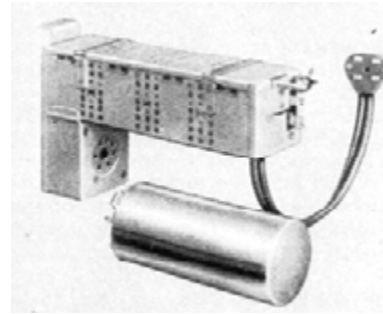
In einem Punkt sind sich offenbar jetzt alle Konstrukteure einig:

## Fremdsteuerung ohne Ausnahme!

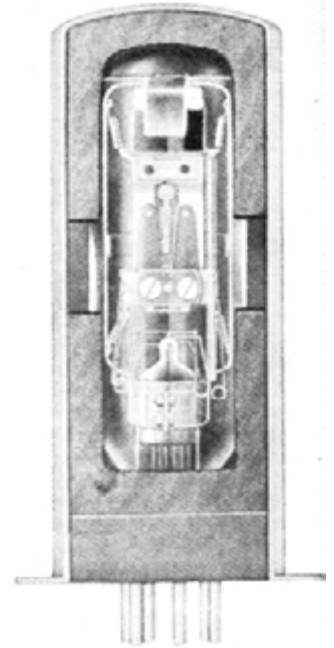
Um die Bezeichnung „Fremdsteuerung“ verständlich zu machen, muß vorausgeschickt werden, daß bisher die Spule des Elektromagneten, der den Antrieb der Schaltvorrichtung des Zerkhackers vorzunehmen hat, fast immer unmittelbar mit dem primären Stromkreis des Wechselrichters zusammenhing, so daß der Zerkhacker gewissermaßen von der von ihm selbst erzeugten Wechselspannung in Schwingungen versetzt und schwingend erhalten wurde. Diese Art der Steuerung ist unseren Lesern aus früheren Beschreibungen bekannt. Man kann Sie als „Selbststeuerung“ bezeichnen, oder, wenn man an die Nomenklatur der selbsttätigen Regelschaltungen denkt, als „Rückwärtssteuerung“, da ja die Steuerung durch Rückführung des Endprodukts, also der erzeugten Wechselspannung, erfolgt.

Die Selbststeuerung konnte an sich zu guten Ergebnissen gebracht werden; von Haus aus kann sie jedoch keine so große Betriebssicherheit ergeben wie die Fremdsteuerung, die sich vor allem hinsichtlich der Anspruchsicherheit überlegen zeigt. Verständlicherweise muß ja auch ein Zerkhacker, der unabhängig von der Last gleichmäßig durchschwingt, zuverlässiger arbeiten als ein anderer, bei dem der Lastkreis und der Triebspulenkreis unmittelbar voneinander abhängen. Der Vorteil der Last-Unabhängigkeit bei der Fremdsteuerung kommt aber vor allem beim Anlauf zur Geltung, weil der Lastkreis (d. h. die Primärwicklung des Wechselrichter-Transformators) vorwiegend induktiv ist und daher bei den kleinen und kleinsten Frequenzen, die im Anlauf-Vorgang durchlaufen werden müssen, eine sehr kleine Impedanz besitzt, d. h. die Last ist beim Anlauf viel größer, als im normalen Betrieb. Bei der Fremdsteuerung werden also die Schaltkontakte des Zerkhackers ganz unabhängig von der Last in Tätigkeit gesetzt. Um dies zu erreichen, ist bei dem neuen Telwa-Wechselrichter ein recht ungewohnter Weg begangen worden: Die Schaltkontakte werden von einer Nockenwelle betätigt, die durch einen kleinen Elektromotor gedreht wird. Ungewohnt erscheint uns dieser Weg heute, aber neu ist er bestimmt nicht, denn jeder physikalisch Bewanderte wird sich der Funkeninduktoren mit Motor-Steuerung wohl entsinnen. Wer zugleich Kraftfahrer ist, wird aus der beigegebenen Abbildung des Telwa-Zerkhackers weiter erkennen, daß diese Konstruktion nicht mehr und nicht weniger ist, als ein kunstgerecht umkonstruierter „Unterbrecher“, wie ihn in ähnlicher Form jeder mit Batterie-Zündung arbeitende Verbrennungsmotor besitzt. Daraus ist zu schließen, daß diese Neukonstruktion, da sie aus bewährten Teilen besteht, eine sehr gute Betriebssicherheit besitzen muß, wozu die Möglichkeit kommt, einzelne Kontakte nach Verschleiß leicht selber auszuwechseln und evtl. nachzustellen.

(Werkbilder: Mende, NSF, Telefunken, Telwa - 8)



Der neue Mende-Einbau-Wechselrichter.



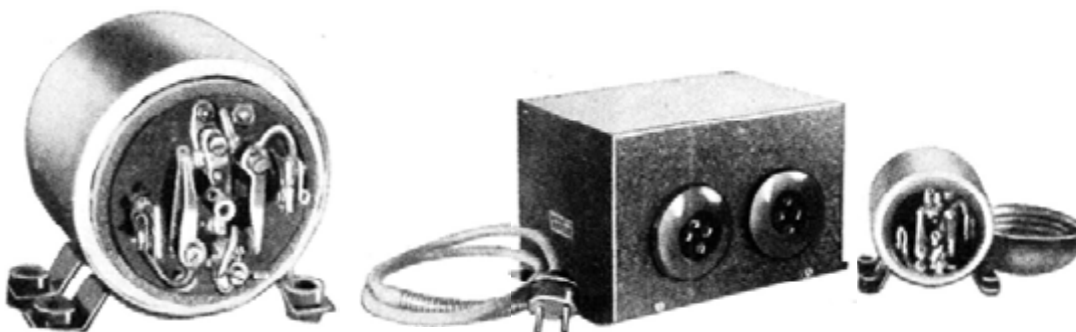
Der akustisch hervorragend gedämpfte Zerkhacker der NSF.

So wird denn auch der Telwa-Wechselrichter vorwiegend für höhere Leistungen verwendet, für die außerdem der im Vergleich mit normalen schwingenden Zerkhackern erhöhte Anschaffungspreis leichter zu tragen ist. Der Zerkhacker wird allein oder in einen entstörten Wechselrichter für Primärspannungen zwischen 0 und 220 Volt fertig eingebaut geliefert.

Beim normalen Heimempfänger muß der Wechselrichter aber natürlich mit dem geringstmöglichen Aufwand auskommen; man verwendet daher hier nach wie vor die bewährten schwingenden Zerkhacker. Die Fremdsteuerung wurde hier durch die Einführung eines besonderen, allein für die Speisung der Triebspule verwendeten Kontaktpaares gelöst, welches entsprechend schwach bemessen sein kann und daher auch nicht viel kostet. Diese Art Zerkhacker wird heute, wie gesagt, praktisch ohne Ausnahme verwendet, auch bei Niedervolt-Anlagen für Kraftwagenempfänger und gleichgültig, ob es sich um Luft- oder Wasserstoff-Zerkhacker handelt.

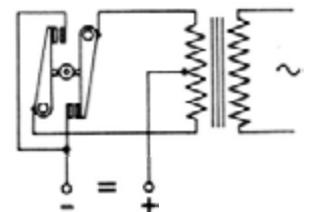
## Hier Luft - hier Wasserstoff!

Damit sind wir bei einem neuen wichtigen Punkt angelangt: Soll man zur völligen Unterbindung der Kontakt-Oxydation den Zerkhacker unter Luftabschluß in Wasserstoffgas arbeiten lassen, oder arbeitet er auch an der freien Luft befriedigend? Letzteres ist, natürlich konstruktiv einfacher und billiger und wird auch schon seit Jahren bei den bekannten Philips-Wechselrichtern durchgeführt, denen man nicht nachsagen wird, daß sie schlecht sind. Dennoch muß zweifellos von zwei gleich gut und mit den gleichen Werkstoffen gebauten Zerkhackern derjenige die höhere Lebensdauer erreichen, der in Wasserstoff betrieben wird. Auf Grund dieser durch Dauerversuche erhärteten Erkenntnis ist die Firma NSF bei ihren Wasserstoff-Zerkhackern geblieben; sie konnte diese trotz ihres höheren Preises bei der Mehrzahl der mit Wechselrichtern arbeitenden deutschen Empfängerfabriken durchsetzen. Andererseits ruhen aber auch noch nicht die Versuche, den Luft-Zerkhackern zu erhöhter Lebensdauer zu verhelfen, wie z. B. der Wechselrichter-Vorsatz WR 1 von Mende, Siemens und Telefunken gezeigt hat: Dieser Vorsatz enthält einen an der freien Luft arbeitenden, fremdgesteuerten Gegentakt-Zerkhacker, der jedoch während des Anlauf-Vorganges dadurch geschont wird, daß das

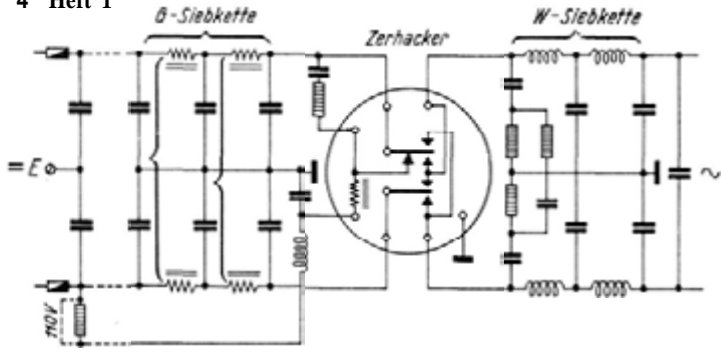


Das Unterbrechersystem des Telwa-Wechselrichters.

Der vollständige Telwa-Wechselrichter. Rechts: Der Unterbrecher.



Schema des Telwa-Wechselrichters.



Schaltbild des Wechselrichter-Einsatzes WRE 2 von Telefunken.

Einschalten des Gerätes nicht ruckartig mit einem Schalter geschieht, sondern durch einen handbetätigten Anlasser; eine Feder und ein Relais sorgen bei diesem Anlasser dafür, daß er in die Anfangsstellung zurückschnellt, falls die Stromzuführung etwa durch Abschalten der betreffenden Lichtsteckdose oder durch Ziehen des Netzsteckers unterbrochen worden ist — wie wir sehen, keine ideal einfache Lösung! Sie wird auch bei den neuen Einsatz-Wechselrichtern der gleichen Firmen jetzt nicht mehr verwendet, aber wir sehen, in welcher Richtung die Versuche liegen: Schonung des Zerkackers während des Anlaufs, weil er gerade hier am höchsten beansprucht wird. Daraus erhellt zugleich, daß Lebensdauer-Vergleiche zweier Wechselrichter ganz verschieden ausfallen können, je nachdem, ob man einen ununterbrochenen Dauerbetrieb mit nur einmaligem Anlaufen durchführt, oder ob man die Vergleichsstücke im Laufe der Prüfung vielmals anlaufen läßt, was natürlich der Praxis näherkommt, als der ununterbrochene Dauerbetrieb. Das beste Prüfverfahren müßte also nach Ansicht des Verfassers von einer statischen Feststellung ausgehen, wie oft etwa ein Durchschnittshörer seinen Empfänger in tausend Betriebsstunden einzuschalten pflegt. Man kann wohl annehmen, daß diese Zahl in der Größenordnung von etwa 1000 mal liegen wird, und daraus sieht man erstens, wie falsch es ist, Wechselrichter reinen ununterbrochenen Dauerprüfungen zu unterwerfen, zweitens, daß die Versuche, den Anlauf „schonend“ zu gestalten, durchaus noch nicht überlebt sind!

**Bei Wechselrichter-Einsätzen nur noch Umpol-Zerkacker.**

Seinerzeit wurde schon bei der Besprechung des Philips-Wechselrichter-Einsatzes darauf hingewiesen, daß dieser im Gegensatz zu den gewohnten Wechselrichter-Vorsatzgeräten (z. B. dem zum Selbstbau beschriebenen TG 100/1) nicht mit einem Gegentakt-Zerkacker ausgerüstet ist, sondern mit einem Umpol-Zerkacker, neuerdings auch als Wendepol-Zerkacker bezeichnet. Der Vorteil dieser Zerkacker liegt darin, daß die Primärwicklung des nachfolgenden Transformators nicht mehr eine Gegentaktwicklung zu sein braucht. Es kann vielmehr eine normale Primärwicklung verwendet werden, nur muß diese eine zusätzliche Anzapfung bei etwa 30 Volt erhalten, die beim Wechselrichter-Betrieb an Stelle des am Wechselstromnetz verwendeten normalen „Nullpunktes“ angeschlossen wird; so arbeitet der Transformator primärseitig beim Wechselrichter-Betrieb mit etwas geringerer Windungszahl als beim Wechselstrom-Betrieb, was bekanntlich grundsätzlich notwendig ist, um in beiden Fällen sekundärseitig annähernd die gleiche Spannung zu erhalten. Diese Anordnung hat sich inzwischen bei den Einsatz-Wechselrichtern deswegen allgemein durchgesetzt, weil man eine wesentliche Verteuerung des Netztransformators oder gar einen besonderen Zwischentransformator nirgends in Kauf nehmen will. Dennoch verwendet man in Vorsatz-Wechselrichtern, wie das beigegebene Schaltbild des „WR 1“ zeigt, nach wie vor den an sich etwas zuverlässigeren Gegentakt-Zerkacker — auch unser Selbstbau-Gerät arbeitet mit einem solchen. Dieser Unterschied zwischen den Vorsatz-Geräten und den Einsatz-Geräten beruht einfach darauf, daß die Vorsatzgeräte so und so einen Sonder-Transformator

enthalten müssen; diesen mit einer Gegentaktwicklung auszurüsten, fällt bei weitem nicht so ins Gewicht, als wenn man dies bei ganzen Serien von Empfänger-Transformatoren tun würde.

**Die Gestaltung der Siebketten.**

Wir haben uns bisher vorwiegend mit dem Zerkacker als dem „Herzen“ jedes Wechselrichters befaßt. Bekanntlich besteht jedoch ein moderner Wechselrichter-schaltungstechnisch zu überwiegender Teil aus Siebketten, die deshalb nicht weniger Aufmerksamkeit verdienen.

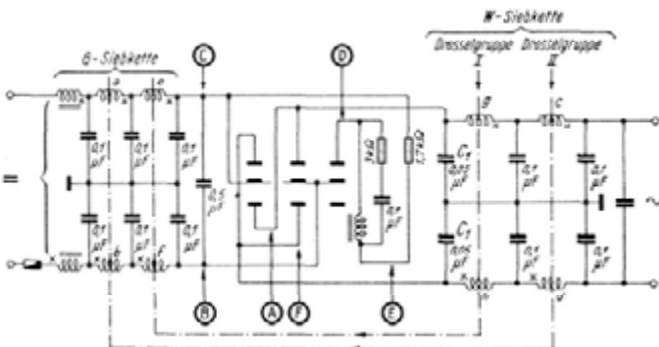
Im Grunde finden wir hier immer wieder dasselbe, wie bei unserem Selbstbau-Gerät TG 100/1: Vom Zerkacker ausgehend je eine sorgfältig ausgebildete Siebkette einerseits nach der Gleichstromseite und andererseits nach der Wechselstromseite, von den stets unentbehrlichen Funkenlösch-Kondensatoren natürlich abgesehen. Über die Notwendigkeit jedoch, in der Gleichstrom-Siebplatte netzseitig eine kleine Eisenkern-Doppeldrossel zur Abriegelung verhältnismäßig niedriger Störfrequenzen zu verwenden, gehen die Meinungen auseinander. Wir kennen diese kleine Eisendrossel von dem Philips-Wechselrichter her und finden sie jetzt auch u. a. bei Telefunken und AEG, wo sogar die bekannten zwei Erdungsblöcke unmittelbar am gleichstromseitigen Anschlußstecker wiederkehren, aber auch bei anderen wichtigen Firmen, wie z. B. Sachsenwerk und Mende. Telefunken und AEG gehen sogar so weit, die ganze Gleichstrom-Siebplatte mit Eisendrosseln auszuführen, was insofern überraschen muß, als an den Zerkacker-Kontakten doch Hochfrequenzspannungen auftreten, die mit Drosseln dieser Art nicht immer leicht zu sperren sind, weshalb bei anderen Firmen sogar vielfach die zerkackerseitige Drosselgruppe der Gleichstrom-Siebplatte kleiner, also für höhere Frequenzen bemessen wird, als die netzseitige. Man kann sogar ganz ohne Eisen auskommen, wie der Vorsatz WR 1 von Mende/Siemens/Telefunken und das FUNKSCHAU-Selbstbaugerät TG 100/1 bewerten. Zu diesem Punkt kann man also wohl offen sagen: Man weiß noch nicht sicher, wie die ideale Lösung aussieht, die Lösung also, die keinen Kondensator, keine Drossel und keinen Eisenkern zu viel und keinen zu wenig enthält! Dazu wäre nämlich eine grundlegende Durchforschung des ganzen Problems nötig, während bisher wohl die meisten beteiligten Laboratorien ihre Untersuchungen abschließen mußten, sobald eben ihr Wechselrichter unter tragbarem Aufwand störungsfrei zu arbeiten begann.

Wechselstromseitig ist die Vereinheitlichung besser fortgeschritten, während wir bei den Funkenlösch- und Triebspulenschaltungen wiederum ziemlich große Unterschiede finden. Gehen wir vom Philips-Wechselrichter als dem ältesten Modell vergleichsweise aus, so können wir feststellen, daß Sachsenwerk und Mende, welche offensichtlich stark unter dem Einfluß der NSF-Technik stehen, ihr Gerät vereinfachen konnten, während Telefunken/AEG sie kompliziert hat. Interessant ist, daß man im Triebspulenkreis der NSF-Zerkacker vielfach keine Spannungsumschaltung mehr findet, weil die Firma die Zerkacker in zwei verschiedenen Ausführungen liefert, wahlweise für 110 Volt oder für 220 Volt, wobei der Unterschied hauptsächlich in der Triebspule liegt. Auch das erinnert an Philips, ist aber nach Ansicht des Verfassers eine Lösung, von der man im Interesse der Lagerhaltung und wirklich universeller Empfänger wieder abkommen sollte: Jeder Rundfunkhörer würde es ja auch ablehnen, etwa beim Wechsel der Netzspannung seine Röhren auszutauschen, und gerade der Wechsel der Netzspannung von 110 auf 220 Volt ist bei Gleichstromnetzen ein alltäglich vorkommender Fall.

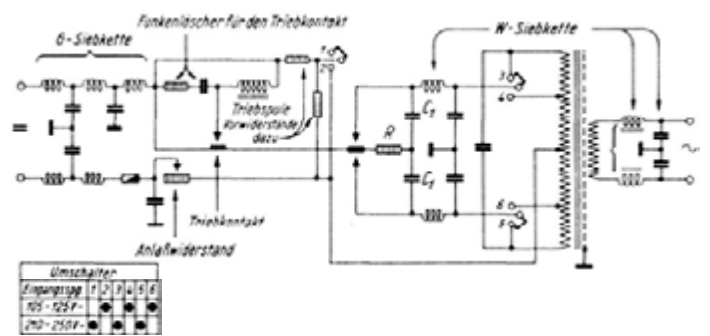
**Und die Bastelei?**

Daß der Bastler auf dem interessanten Wechselrichter-Gebiet durchaus mit an der Spitze des Fortschritts marschieren kann, hat die FUNKSCHAU bereits tatkräftig bewiesen. Allerdings: Der Bau von Einsatz-Wechselrichtern nach Art der neuen Industrie-Modelle hat für den Bastler wenig Anreiz, denn wenn es ihm lediglich darum zu tun ist, einen Wechselstromempfänger am G-Netz zu betreiben, so wird er diesen Empfänger wohl meist umbauen, vorzugsweise dann, wenn er ansichschon mit den universellen E-Röhren bestückt ist.

H.-J. Wilhelmy.



Schaltung des neuen Mende-Wechselrichters WR 39.



Schaltung des Gegentakt-Wechselrichter-Vorsatzes WR 1 von Mende, Siemens, Telefunken.