

# GFGF-Themenheft Nr. 2: Schwingende Kristall-Detektoren

Prof. Dr. *Berthold Bosch*

Originalbeitrag veröffentlicht in: FUNKGESCHICHTE Jg. 30 (2007) Nr. 173, S. 85

**Ein Überblick über Veröffentlichungen und Patentschriften sowie Analysen und Pspice-Simulationen von ausgewählten Detektorschaltungen von Dr.-Ing. Alfred Stoll.**

**93 Seiten im Format DIN A4, sehr viele Abbildungen.**

Zum Preis von 18,90 Euro inklusive Versand zu bestellen bei: Dr. Herbert Börner (Tel.-Nr. 03677/882175, Post- und eMail-Adresse im GFGF-Mitgliederverzeichnis).

Dieses Themenheft ist eine umfangreiche, anspruchsvolle Studie von Herrn *Dr. Stoll* zum Phänomen des Schwing-Detektors, der durch das Auftreten eines negativen (differenziellen) Leitwertes gekennzeichnet ist. Der russische Ingenieur *Oleg V. Lossev* hatte 1924 die Radioamateure in aller Welt mit der Nachricht elektrisiert, dass ein Kristalldetektor - vor allem ein solcher mit Zinkit-Mineral (=ZnO) und Stahl-Gegenelektrode - unter geeigneten Bedingungen Radiosignale verstärken, auch Schwingungen erzeugen kann. Damit schien es möglich, in vielen Fällen auf die damals noch sehr teuren Elektronenröhren zu verzichten. Der britische Funk-Experte *W. H. Eccles* hatte zwar schon 1910 einen derartigen „aktiven“ Detektor-Effekt beschrieben, aber wenig Interesse gefunden.

*Dr. Stoll* berichtet zunächst eingehend über publizierte Arbeiten zur Lichtbogen-Kennlinie, die der fragliche Detektor aufweisen muss, um die gewünschten Eigenschaften zu besitzen. Dieser Kennlinientyp, der zuerst bei Gasentladungen festgestellt worden war, hat bei der üblichen Darstellung von Strom (auf der Ordinate) über der Spannung (Abzisse) einen S-förmigen Verlauf mit einem Bereich, in dem ein  $(du/di) < 0$  auftritt. Für ein derartiges Verhalten bei Mineral-Metall-Kontakten, das einen inneren Prozess der Ladungsträger-Erzeugung bedingt, haben im



wesentlichen dreizehn Forscher zwischen 1910 und 2001 versucht Erklärungen zu liefern. Als Ursache der beobachteten Umkehr der Kennliniensteigung vermutete z. B. *Eccles* einen thermoelektrischen Effekt, *Lossev* das Entstehen mikroskopisch kleiner Lichtbögen am Kontakt, schließlich 1929 der deutsche Physiker *Habann* eine dort auftretende ionisierte Sauerstoffschicht - sämtlich heute nicht mehr haltbare Theorien.

Das nächste Kapitel ist ein international angelegtes, kommentiertes Literaturverzeichnis zum Schwingdetektor, das kaum etwas auslässt. Fünfundvierzig Veröffentlichungen finden sich, die von *Lossevs* Entdeckung motiviert über dessen Arbeiten berichten und Schaltungsvarianten entwickeln. Die hauptsächlichen Empfänger- und Oszillatorschaltungen stellt Herr *Stoll* in einem

Katalog zusammen und bewertet sie. Auffällig ist, dass in dieser Literatur kaum von konkreten Empfangsergebnissen die Rede ist. Allenfalls wird von verbesserter Detektionsempfindlichkeit berichtet. Öfters ist jedoch von aufgetretenen Oszillationen die Rede, die Frequenzen bis zu 2 MHz aufwiesen. Praktisch genutzt wurde dies zur Realisierung von Überlagerungsoszillatoren für den Telegrafie-Empfang. So schilderte *G. W. Pickard*, wie es ihm 1915 möglich war, mit passivem Kristalldetektor und einem Schwingkristall-Überlagerer in den USA die Sendungen von Nauen zu hören.

Dann folgt bei *Stoll* sein wesentlichster Beitrag. Es geht ausführlich um die genaue Analyse und die numerische Simulation (mit dem Programm PSpice) von veröffentlichten Schaltungen. Die Simulationen erfordern eine nachgebildete Lichtbogen-Kennlinie, die sich z. B. an derjenigen einer modernen Triggerdiode (Diac) orientieren kann. Zu prüfen ist immer, ob sich der angeschaltete Schwingkreis entdämpfen und damit die Trennschärfe und Empfindlichkeit erhöhen lässt. Wenn solches gelingt, ist der Übergang zu Oszillationsverhalten je nach Last meist unproblematisch oder gar nicht zu verhindern. Schon im Idealfall macht bei dem vorliegenden Dioden-Zweipol allerdings die Einstellung des richtigen Arbeitspunktes einige Schwierigkeiten. In der Praxis kommt hinzu, dass bei jedem Neu-Aufsetzen der Kontaktfeder die erhaltenen Kristall-Parameter andere sind. Als generelles Ergebnis zeigt sich, dass mit der Lichtbogen-Zinkit-Diode solche Schaltungen entdämpft werden können, bei denen die Diode annähernd stromgesteuert in einem Serienschwingkreis oder in Reihe zur Induktivität eines Parallelkreises liegt (bekannt als *Rukop'sches Problem*). Eine magnetisch angekoppelte Diode vermag einen Parallelschwingkreis ebenfalls zu entdämpfen. Manch andere in der Literatur auftauchende Schaltung dürfte nie funktioniert haben, auch wenn sie auf den ersten Blick plausibel erscheint. Relaxationsschwingungen können auftreten. Ein Pendelrückkopplungseffekt deutet sich an. Öfters kam es bei den Simulationen zu Konvergenzschwierigkeiten.

Herr *Stoll* hat keine experimentellen Arbeiten durchgeführt. Ihm stand keine Zinkit-Diode zur Verfügung. Auch konnte man nicht erwarten, dass er eine endgültige Erklärung für das Auftreten des negativen Leitwertes liefert. Hierzu wäre eine aufwendige Analyse in einem Halbleiter-Forschungslabor erforderlich. Die große Leistung des Verfassers liegt vielmehr darin, dass er eine umfassende Zusammenstellung der bisher erschienenen Arbeiten vorlegt, die er mit wissenschaftlicher Genauigkeit analysiert, simuliert und interpretiert. Die aufgewendete Mühe beeindruckt. Jeder, der am Thema Schwingende Kristalldetektoren interessiert ist, wird die *Stoll'sche* Abhandlung mit großem Gewinn lesen. G