**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

**Band:** 42 (1964)

**Heft:** 9

**Artikel:** Einstellbare Reflexion für Hohlleiter

**Autor:** Stäger, C.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-875176

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 08.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

Chr. Stäger, Bern

621.372.86:621.372.855

# Einstellbare Reflexion für Hohlleiter

**Zusammenfassung.** *Bei der Reflexionsmessung in Hohlleitersystemen benötigt man häufig geeichte Reflexionen. Es wird ein einstellbarer Reflektor beschrieben, dessen Reflexion frequenzunabhängig ist und von $0 \leq r \leq 1$ verändert werden kann. Der Bauteil besteht aus einem kapazitiv wirkenden, runden Stift, dessen Durchmesser das 0,285fache der Hohlleiterbreitseite beträgt und dessen Eintauchtiefe einstellbar ist. Diesem Stift ist ein Präzisions-Abschlusswiderstand nachgeschaltet, der die vom Stift durchgelassene Energie reflexionsfrei absorbiert.*

**Résumé.** *Pour mesurer la réflexion dans les systèmes de guides d'ondes, on a souvent besoin de réflexions étalonnées. L'auteur décrit un réflecteur réglable dont la réflexion est indépendante de la fréquence et peut varier de $0 \leq r \leq 1$. Il consiste principalement en une tige ronde à effet capacitif, dont le diamètre est égal à 0,285 fois la largeur du guide d'ondes et dont on peut régler la profondeur d'emboîtement. Cette tige est reliée à une résistance terminale de précision, qui absorbe sans réflexion l'énergie que laisse passer la tige.*

**Riassunto.** *Per le misure di riflessione nei sistemi di guide d'onde occorre sovente poter disporre di riflessioni tarate. L'articolo descrive un riflettore regolabile la cui riflessione è indipendente dalla frequenza e può essere variata da $0 \leq r \leq 1$. Il dispositivo è costituito da una spina tonda a effetto capacitivo il cui diametro corrisponde a 0,285 volte la larghezza del lato della guida d'onde e la cui profondità di penetrazione è regolabile. La spina è collegata a una resistenza di chiusura di precisione che assorbe senza riflessione l'energia che attraversa la spina.*

In der Hohlleitertechnik werden bei Fehlanpassungsmessungen häufig Messleitungen, Richtkopplersysteme oder Verzweigungsbrücken verwendet. Mit der Messleitung ermittelt man das Verhältnis der Maxima und Minima von stehenden Wellen längs einer homogenen Leitung, die vom angeschalteten, fehlangepassten Messobjekt herrühren. Aus dieser Welligkeit kann der Reflexionskoeffizient bestimmt werden. Mit Richtkopplern und Verzweigungsbrücken kann die Reflexion direkt, aber meistens nicht absolut gemessen werden. Man benötigt deshalb eine bekannte Reflexion, um die Messanordnung damit zu eichen. Solche Eichreflexionen sind beispielsweise Präzisionsabschlusswiderstände mit vernachlässigbarer Reflexion $r=0$ und Leitungskurzschlüsse mit vollständiger Reflexion $r=1$.

Die Praxis zeigt aber, dass für die Messung kleiner Reflexionen $r \ll 1$ eine Eichung mit $r=1$ ungünstig wird. Bei nichtangepassten Verzweigungsbrücken wirkt die Eichreflexion $r=1$ auf den Brückeneingang zurück und wird die Messung verfälschen. Bei Richtkopplermessungen von kleinen Reflexionen müssten, wenn die Messung auf eine Eichung mit $r=1$ bezogen wird, die verwendeten Gleichrichterdioden über einen grossen Spannungsbereich genau quadratische Diodenkennlinien aufweisen. Da dies meistens nicht der Fall ist, muss mit erheblichen Messfehlern gerechnet werden.

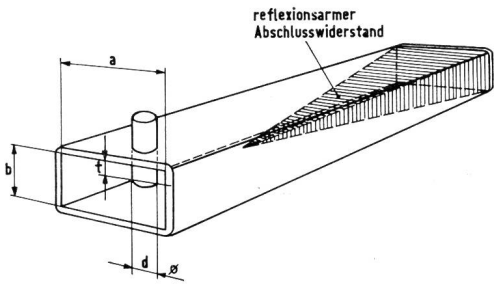


Fig. 1
Hohlleiter mit Tauchstift und Abschlusswiderstand

Es ist deshalb wünschenswert, diese Messfehler zu vermeiden, indem man die gesuchte Reflexion mit einer einstellbaren Eichreflexion vergleicht oder durch diese ersetzt. Auf dem Markt sind fixe und einstellbare Eichreflexionen erhältlich. Die fixen Reflexionen gestatten aber nicht, beliebige Reflexionswerte einzustellen. Die einstellbaren Eichreflexionen wirken entweder frequenzabhängig und benötigen zur Einstellung und Ablesung Kurvenscharen, oder sie haben Eigenreflexionen bei der Nullstellung von $r \geq 0{,}02$ und sind ziemlich kompliziert aufgebaut.

Im folgenden wird ein Hohlleiterbauteil beschrieben, der sowohl als Präzisionsabschlusswiderstand als auch als einstellbare, frequenzunabhängige Eichreflexion und Kurzschluss verwendet werden kann. Die praktischen Frequenzgrenzen eines rechteckigen Hohlleiters sind:

$$f_{unten} = 1{,}2 \cdot f_c \qquad f_{oben} = 1{,}9 \cdot f_c$$

$f_c$ ist die Grenzfrequenz für die $H_{10}$-Welle, das heisst die niedrigste Frequenz, bei der ein verlustarmer Energietransport längs des Hohlleiters möglich ist.

$f_c = c_0/2a$ ($c_0$ = Lichtgeschwindigkeit,
a = Innenmass der Hohlleiterbreitseite).

Wird in einem reflexionsfrei abgeschlossenen Hohlleiterzug (Hohlleiter mit dem Seitenverhältnis $a:b \sim 2:1$) ein metallischer Stift in der Mitte der Breitseite (wie dies *Figur 1* zeigt) eingetaucht, so tritt an dieser Stelle eine Paralleladmittanz und damit eine Reflexion auf, die für kleine Stiftdurchmesser und kleine Eintauchtiefen kapazitiv, für grosse Eintauchtiefen induktiv wirkt.

Wird der Durchmesser des runden Stiftes vergrössert, so zeigen Messungen, dass bei einem Durchmesser von $d=0{,}285 \cdot a$ die Reflexionen für beliebige Eintauchtiefen t (siehe Figur 1) im praktischen Frequenzbereich des Hohlleiters frequenzunabhängig sind und rein kapazitive Admittanzen darstellen. Dabei entspricht dem Variationsbereich der Eintauchtiefe t von $0<t<b$ ein Reflexionsbereich von $0<r<1$. In

*Figur 2* sind Reflexionsverläufe für verschiedene Eintauchtiefen t und Stiftdurchmesser d in Funktion der in $f_c$ normierten Frequenz aufgetragen. *Figur 3* zeigt den Reflexionsverlauf in Abhängigkeit der in a normierten Eintauchtiefe t.

In *Figur 4* ist der Zusammenbau eines solchen Tauchstiftes mit einem Präzisionsabschlusswiderstand skizziert. Der Abschlusswiderstand wirkt als unendlich lange, angepasste Leitung, und der Stift verursacht die gewünschte Reflexion. Mit Hilfe des Ritzels [e] und der Zahnstangenverlängerung des Stiftes [f] wird die Drehbewegung des Einstellknopfes [g] in die Tauchbewegung des Stiftes umgewandelt. Weil die eingestellte Reflexion frequenzunabhängig ist, kann die Skala [i] direkt in Reflexionsprozenten angeschrieben werden. Ein Federkontaktkranz [h] im Hohlleiter sorgt für eindeutige Kontaktverhältnisse beim Übergang von der Hohlleiterwand auf den Stift und verhindert überdies ein unerwünschtes Austreten von Mikrowellenenergie. Mit den üblichen mechanischen Dimensionstoleranzen der Hohlleiterinnenmasse und des Stiftdurchmessers erreicht man eine Genauigkeit der Reflexionseinstellung von etwa $r_{Istwert} = r_{Anzeige} \cdot (1 \pm 0{,}05) \pm 0{,}005$, was für die meisten Anwendungen genügt.

*Figur 5* schliesslich zeigt noch zwei variable Reflektoren. Die grössere Ausführung arbeitet über den Frequenzbereich 5,3...8,2 GHz, das kleinere Modell über 8,2...12,4 GHz.

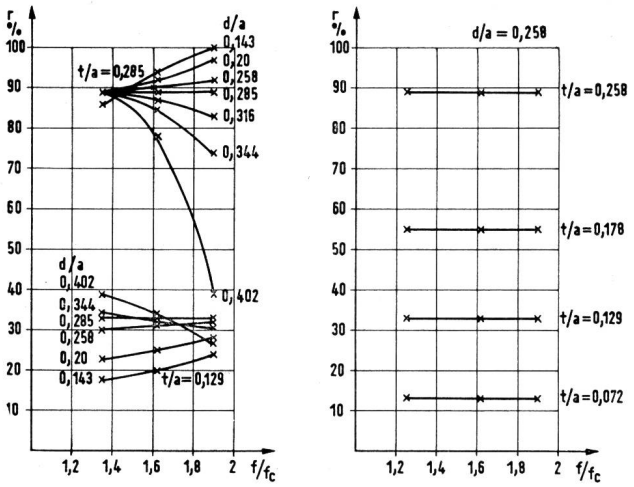


Fig. 2
Reflexionsverläufe für verschiedene Eintauchtiefen t und Stiftdurchmesser d in Funktion der in $f_c$ normierten Frequenz

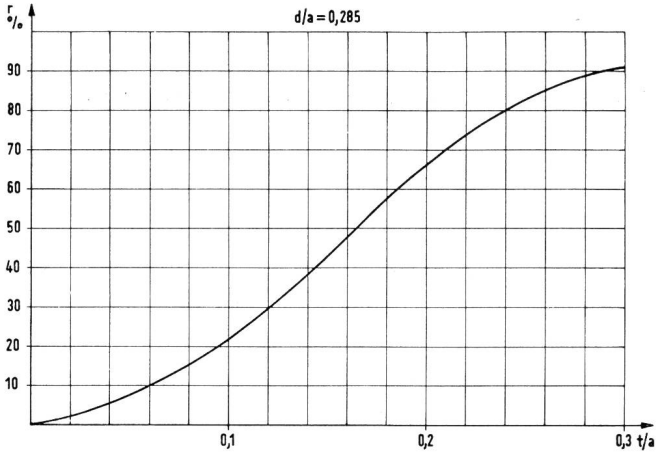


Fig. 3
Reflexionsverlauf in Abhängigkeit der in a normierten Eintauchtiefe t

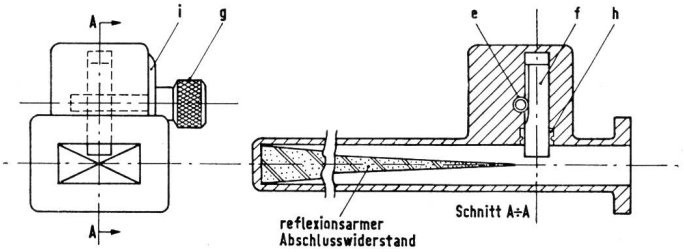


Fig. 4
Quer- und Längsschnitt eines Tauchstiftes mit Präzisionsabschlusswiderstand

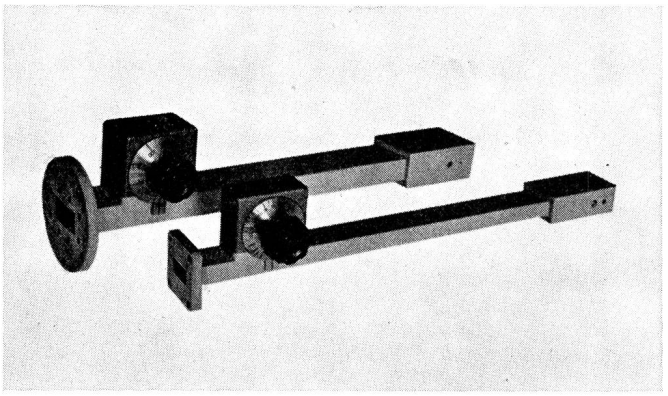

Fig. 5
Variable Reflektoren für das 7-GHz-Band (hinten) und 10-GHz-Band (vorne)

**Niemand soll nunmehr vergessen die Postleitzahl auf den Adressen**

**Rapidité, sécurité, simplicité; total: numéro postal**