

Bestimmung der Strom- und Spannungsmaxima an einer *Lecher*-Leitung mit Schleifendipol

Versuchsziele

- Nachweis der reflexionsfreien Ausbreitung von Strom- und Spannungswelle auf der mit dem Schleifendipol abgeschlossenen *Lecher*-Leitung.
- Bestimmung der Strom- und Spannungsmaxima am Schleifendipol.

Grundlagen

Bei Einstrahlung eines hochfrequenten elektromagnetischen Feldes in eine *Lecher*-Leitung pflanzt sich eine Spannungswelle

$$U = U_0 \cdot \sin(\omega t - kx),$$

$$\omega = 2\pi\nu, k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

in Drahtrichtung x fort, deren Frequenz ν und Wellenlänge λ mit denen des eingestrahnten elektromagnetischen Feldes übereinstimmt. Der Spannung zwischen den Drähten entspricht eine Ladungsverteilung längs der Drähte, deren Verschiebung einen sich wellenförmig ausbreitenden Strom durch die Drähte liefert.

Am Ende der *Lecher*-Leitung werden die Wellen reflektiert, wenn die beiden Drahtenden offen oder kurzgeschlossen sind. Einlaufende und reflektierte Welle überlagern sich dann zu einer stehenden Welle. Sind die Drahtenden jedoch durch einen *Ohmschen* Widerstand verbunden, der dem Wellenwiderstand der *Lecher*-Leitung entspricht, findet keine Reflexion statt und es bilden sich keine stehenden Wellen aus. Das gilt auch für den Fall, daß der Schleifendipol des Dezimeterwellensenders den Abschluß der *Lecher*-Leitung bildet. Strom- und Spannungsmaxima sind dann auf dem Schleifendipol zu finden.

Im Versuch werden zum Nachweis der reflexionsfreien Ausbreitung auf der *Lecher*-Leitung mit Schleifendipol nacheinander ein Tastkopf mit Glühlampe und eine Induktionsschleife mit Glühlampe in festem Abstand über die *Lecher*-Leitung geführt. Beide Glühlampen leuchten gleichmäßig, d.h. es gibt keine ausgeprägten Spannungs- oder Strommaxima auf der *Lecher*-Leitung. Auf dem Schleifendipol dagegen bildet sich eine stehende Welle, deren gesamte Länge etwa der halben Wellenlänge entspricht. Ihr Strommaximum befindet sich in der Dipolmitte. An den Dipolenden kann jeweils ein Spannungsmaximum nachgewiesen werden.

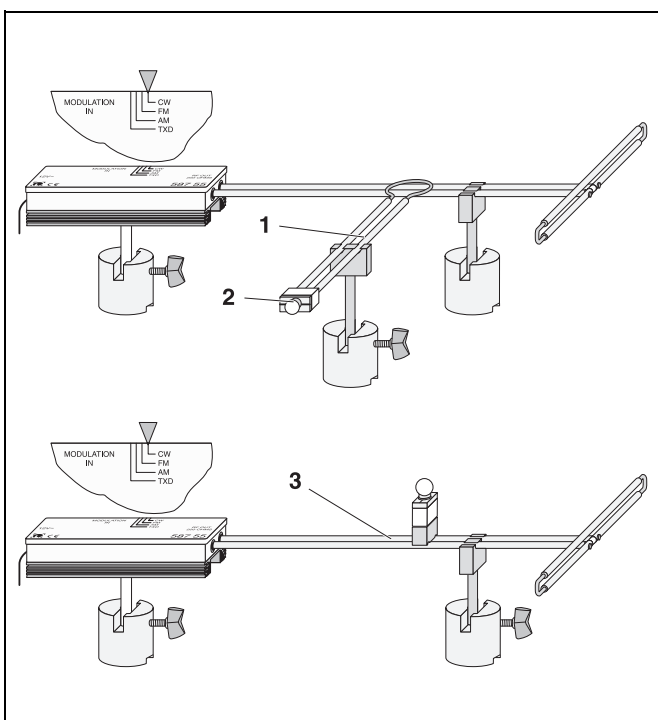


Fig. 1 Versuchsaufbau zur Bestimmung der Strom- (oben) und Spannungsmaxima (unten) an einer *Lecher*-Leitung mit Schleifendipol

Geräte

1 Dezimeterwellensender	587 55
1 Steckernetzgerät 230 V/12 V	562 791
1 Lecher-System mit Zubehör	587 56
1 Rollbandmaß, 2 m	311 77
3 Sockel	300 11

Aufbau

Der Versuchsaufbau ist in Fig. 1 dargestellt.

- Dezimeterwellensender im Sockel festklemmen und Betriebsart CW wählen.
- Je zwei Teilstücke der offenen *Lecher*-Leitung zusammenstecken, Halterung mit Stiel von Ende her aufschieben und in Sockel festklemmen.
- 4-mm-Stecker der *Lecher*-Leitung in den Antennenausgang des Dezimeterwellensenders stecken.
- Dezimeterwellensender und *Lecher*-Leitung in der Höhe so ausrichten, daß die *Lecher*-Leitung waagrecht verläuft.
- Halterung mit Stiel von einem Ende her aufschieben auf die Koppelschleife und in Sockel festklemmen.
- Zur Herstellung einer Induktionsschleife Schraubfassung E10 inkl. Glühlampe (2) auf die Koppelschleife (1) aufstecken.
- Induktionsschleife in der Höhe ausrichten und mit dem gebogenen Ende knapp über der *Lecher*-Leitung anordnen.
- Schleifendipol bereit halten.

Durchführung**a) Strommaxima:**

- Dezimeterwellensender durch Anschluß des Steckernetzgerätes einschalten.

Ohne Schleifendipol:

- Induktionsschleife längs der *Lecher*-Leitung verschieben und eine Stelle suchen, an der die Glühlampe möglichst hell aufleuchtet.
- Zur Optimierung der Helligkeit die Induktionsschleife senkrecht zur *Lecher*-Leitung verschieben und ggf. vorsichtig den Abstand zur *Lecher*-Leitung reduzieren, ohne daß die *Lecher*-Leitung berührt wird.

Bei aufgestecktem Schleifendipol:

- Induktionsschleife längs der *Lecher*-Leitung verschieben und Helligkeitsmaxima und -minima der Glühlampe suchen.
- Anschließend Induktionsschleife über den Schleifendipol führen und Helligkeitsmaxima suchen (siehe Fig. 2 links).

b) Spannungsmaxima:

- Zur Herstellung eines Tastkopfes Schraubfassung E10 inkl. Glühlampe (2) auf Kunststoff-Adapter (3) stecken und Tastkopf auf die *Lecher*-Leitung setzen.

Ohne Schleifendipol:

- Tastkopf längs der *Lecher*-Leitung verschieben und eine Stelle suchen, an der die Glühlampe möglichst hell aufleuchtet.

Bei aufgestecktem Schleifendipol:

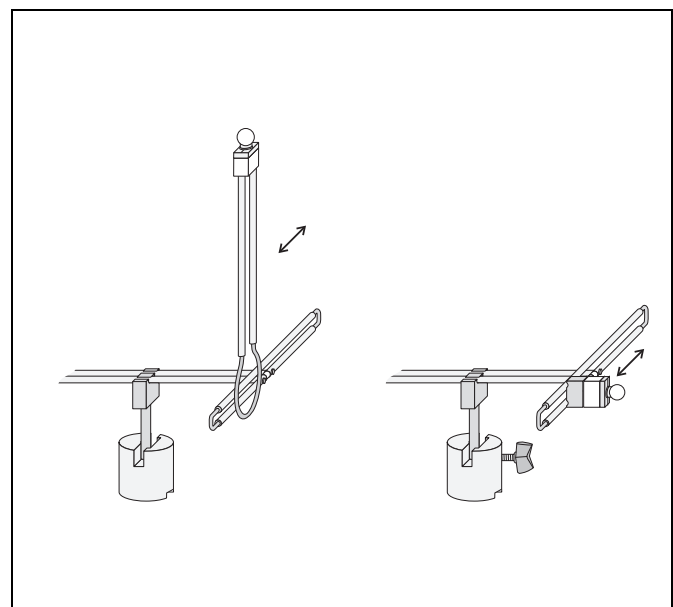
- Mit dem Tastkopf nach Helligkeitsmaxima und -minima der Glühlampe suchen.
- Anschließend Tastkopf über den Schleifendipol führen und Helligkeitsmaxima suchen (siehe Fig. 2 rechts).

Sicherheitshinweise

Der Dezimeterwellensender hält nicht mit Sicherheit die Grenzwerte der Klasse A, Gruppe 2 der Norm EN 55011 ein. Geräte innerhalb des Fachraums einer Schule oder anderen Ausbildungsstätte können gestört werden. Außerdem können Funkstörungen bis zu einem Abstand von mehreren 100 m auftreten. Durch den Betreiber sind daher alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit sichergestellt wird, daß außerhalb des Fachraums installierte Geräte ordnungsgemäß arbeiten können.

- Hinweise in der Gebrauchsanweisung zum Dezimeterwellensender beachten.
- Sendebetrieb nicht länger als für die Versuchsdurchführung nötig vornehmen und sofort nach Abschluß der Versuchsdurchführung durch Ausschalten des Steckernetzgerätes beenden.

Fig. 2 Bestimmung der Strom- (links) und Spannungsmaxima (rechts) auf dem Schleifendipol



Messbeispiel

a) Strommaxima:

Lecher-Leitung: keine ausgeprägten Strombäuche

Schleifendipol, Mitte: Strombauch

b) Spannungsbäuche:

Lecher-Leitung: keine ausgeprägten Spannungsbäuche

Schleifendipol, linkes Ende
(3 cm Abstand zum Ende): Spannungsbauch

Schleifendipol, rechtes Ende
(3 cm Abstand zum Ende): Spannungsbauch

Auswertung und Ergebnis

Dezimeterwellen breiten sich annähernd reflexionsfrei auf der Lecher-Leitung aus, wenn deren Ende mit dem Schleifendipol abgeschlossen ist.

Auf dem Schleifendipol bildet sich eine stehende Welle, deren gesamte Länge etwa der halben Wellenlänge entspricht. In der Mitte des Schleifendipols befindet sich ein Strommaximum und kurz vor den beiden Enden jeweils ein Spannungsmaximum.

