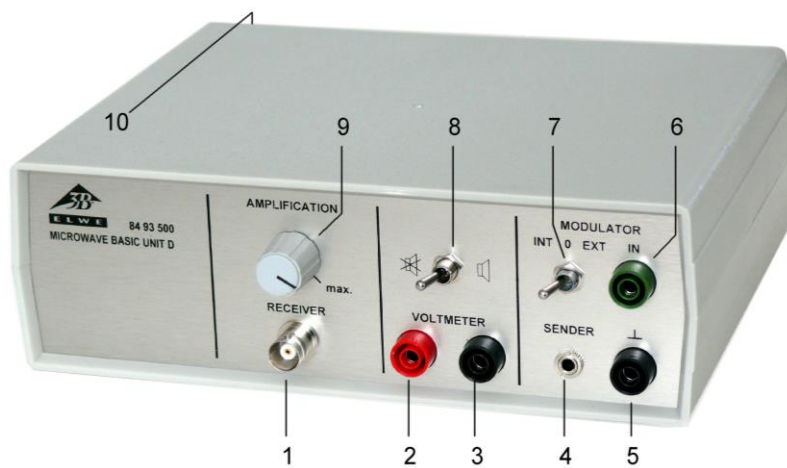


Mikrowellensatz 9,4 GHz (230 V, 50/60 Hz) Mikrowellensatz 10,5 GHz (115 V, 50/60 Hz)

1009950 (115 V, 50/60 Hz)
1009951 (230 V, 50/60 Hz)

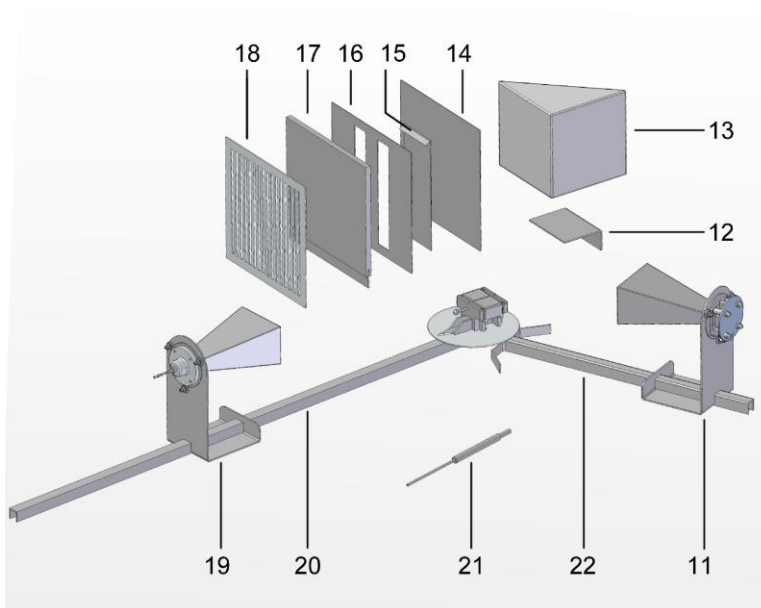
Bedienungsanleitung

09/17 ERL/ALF



Betriebsgerät

- 1 Anschluss für Empfänger
- 2 Verstärkerausgang
- 3 Verstärkerausgang (Masse)
- 4 Anschluss für Sender
- 5 Modulationseingang (Masse)
- 6 Modulationseingang
- 7 Wahlschalter für Modulation (intern/off/extern),
- 8 Schalter für internen Lautsprecher
- 9 Regler für Signalverstärkung Empfänger
- 10 Buchse für Steckernetzgerät 12 V AC (Gehäuserückseite)



Zubehör

- 11 Sender mit Hornantenne
- 12 Auflageplatte für Prisma
- 13 Prisma aus Paraffin
- 14 Reflektorplatte
- 15 Abdeckplatte für Doppelspalt
- 16 Platte mit Doppelspalt
- 17 Absorptionsplatte
- 18 Polarisationsgitter
- 19 Empfänger mit Hornantenne
- 20 Mikrowellenbank
- 21 Mikrowellensonde
- 22 Mikrowellen-Gelenkbank mit Plattenhalter

1. Sicherheitshinweise

HF-Felder können in biologisches Gewebe eindringen und dieses erwärmen. Der enthaltene Mikrowellensender ist so leistungsschwach, dass Gefährdungen bei sachgemäßem Betrieb des Gerätes nicht auftreten.

Bei bestimmungsmäßigem Gebrauch ist der sichere Betrieb des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird.

- Vor Inbetriebnahme sind Gehäuse und Netzleitung auf Beschädigungen zu überprüfen.
- Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist (z.B. bei sichtbaren Schäden), ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen.
- Der Anschluss des Senders ist nur an das 3B-ELWE Betriebsgerät zulässig.
- In Schulen und Ausbildungseinrichtungen ist der Betrieb des Gerätes durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.
- Direktes Hineinblicken in den Antennenrichter des Senders sowie in das reflektierte Strahlenbündel ist zu vermeiden.
- Gerät nur durch eine Fachkraft öffnen lassen.

2. Beschreibung

Mit dem Gerätesatz können Mikrowellen erzeugt und empfangen werden.

Mit den enthaltenen Komponenten und Geräten sind vielfältige Experimente möglich, die sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen ermöglichen.

Das vom Sender ausgesandte und eng begrenzte Bündel elektromagnetischer Wellen im cm-Bereich kann mit der Hornantenne (19) oder der Sonde (21) empfangen werden. Die Modulation des Empfängersignals kann über den internen Lautsprecher hörbar gemacht werden, wobei die Intensität des akustischen Signals mit der Stärke des empfangenen Signals zu- oder abnimmt.

Das Mikrowellengerät wird über ein Stecker-Netzgerät 12 V AC gespeist.

Das Mikrowellengerät 10,5 GHz (1009950) ist für eine Netzspannung von 115 V ($\pm 10\%$) ausgelegt, das Mikrowellengerät 9,4 GHz (1009951) für 230 V ($\pm 10\%$).

3. Lieferumfang

- 1 Betriebsgerät
- 1 Sender mit Hornantenne
- 1 Empfänger mit Hornantenne
- 1 Mikrowellensonde
- 1 Mikrowellenbank, 800 mm

- 1 Mikrowellen-Gelenkbank, 400 mm mit Plattenhalter
- 1 Reflektorplatte 180 x 180 mm²
- 1 Polarisationsgitter, 180 x 180 mm²
- 1 Absorptionsplatte aus Faserstoff, 180 x 180 mm²
- 1 Prisma aus Paraffin
- 1 Auflageplatte für Prisma
- 1 Platte mit Doppelspalt
- 1 Abdeckplatte für Doppelspalt
- 1 Bedienungsanleitung

4. Technische Daten

Sender mit Hornantenne:

Frequenz des Oszillators:	9,4 GHz (1009951) 10,5 GHz (1009950)
Sendeleistung:	10 mW bis 25 mW
Modulationsart:	AM
Modulationssignal:	über Wahlschalter Intern /aus /extern
Modulation intern:	ca. 3 kHz ca. 80 % AM
Modulation extern:	100 Hz bis 20 kHz max. 1 V
Akustisches Signal:	intern (schaltbar)
Ausgangsspannung:	max. 10 V
Akustisches Signal:	intern (schaltbar)
Ausgangsspannung:	max. 10 V
Empfänger mit Hornantenne:	Siliziumdiode mit Resonator
Mikrowellensonde:	Siliziumdiode mit Resonator
Versorgungsspannung:	12 V AC über Stecker- Netzgerät
Abmessungen Betriebsgerät:	170 x 200 x 75 mm ³

5. Bedienung

5.1 Aufbau Schienensystem (Grundeinstellung)

- Zentrische Schraube unter der Skalenscheibe in die Bohrung der langen Schiene einsetzen.

Ausgangslage ist ein gestrecktes Schienensystem (Pfeil auf der langen Schiene weist auf „0“ der Winkelskala).

- Gelenkfuß durch Schieben an der Zeigerspitze auf Skalennullpunkt einstellen.

Die Zeigerspitze weist in die Lotrichtung des Plattenhalters und ermöglicht somit das direkte Ablesen oder Einstellen des Einfallswinkels (Ablesung an der äußeren Ziffernskala).

5.2 Systemaufbau

- Netzanschluss herstellen.
- Empfänger mit Hornantenne bzw. Empfänger-sonde an Anschluss für Empfänger (1) anschließen.
- Sender mit Hornantenne an Anschluss für Sender (4) anschließen.
- Sender und Empfänger entsprechend den Abbildungen zu den Experimenten auf Schienensystem anordnen.
- Lautstärke mit Regler für Signalverstärkung (9) auf mittlere Position stellen.
- Lautsprecher mit Schalter (8) einschalten.
- Modulator mit Schalter (7) auf „INT“ schalten.

Das abgestrahlte Mikrowellensignal wird rechteckförmig moduliert, die Modulationsfrequenz kann über den eingebauten Lautsprecher hörbar gemacht werden.

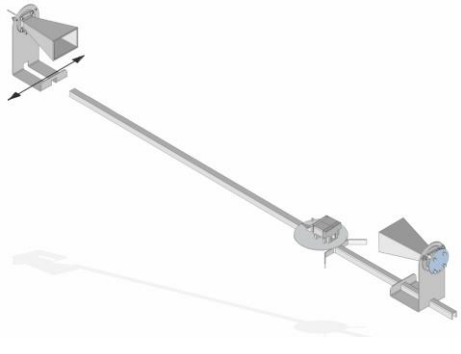
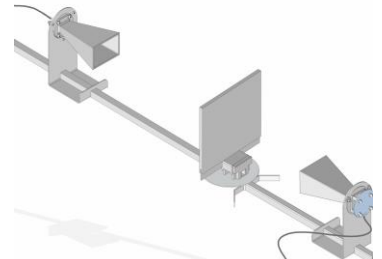
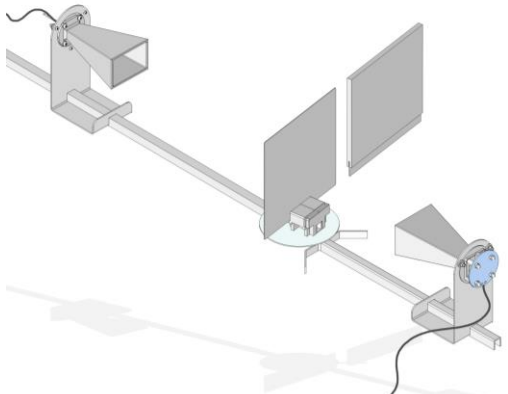
An den Buchsen (2) und (3) kann das verstärkte Signal des Empfängers als Gleichspannung (nach abgeschalteter Modulation), als Rechteckspannung (bei interner Modulation) oder als NF-Signal (durch externe Modulation) abgegriffen werden.

Die Modulation ist mit der Mittelstellung des Schalters (7) deaktiviert. Am Buchsenpaar (3)(4) liegt eine, dem Pegel und der Verstärkung proportionale Gleichspannung, die z.B. über ein Zeigerinstrument (z.B. Analogmultimeter Escola 30 1013526) angezeigt werden kann.

Wird mit Schalter (7) die Stellung „EXT“ gewählt, so können NF-Signale (z.B. von einem MP3 Player) über die Buchsen (5) und (6) eingekoppelt und über den internen Lautsprecher im Basisgerät wiedergegeben werden. (Adapter Klinckenstecker auf 4-mm Buchse erforderlich).

Die Informationsübertragung erfolgt hierbei über das Mikrowellensignal zwischen Sender und Empfänger.

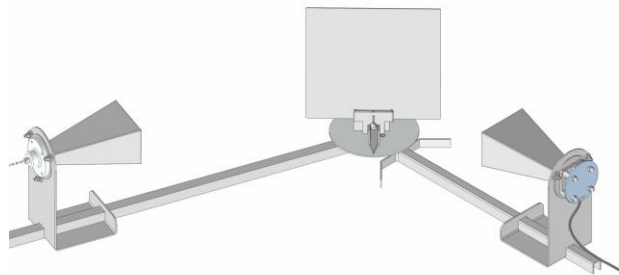
6. Versuchsbeispiele

<p>6.1 Geradlinige Ausbreitung der Mikrowellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sender (11) und Empfänger (19) einander gegenüberstellen. • Empfänger außerhalb der Schiene senkrecht zu dieser verschieben. <p>Maximaler Empfang, wenn Öffnungen direkt gegenüber stehen. Folgerung: Mikrowellen breiten sich geradlinig aus (in homogenem Medium und auch im Vakuum).</p>	
<p>6.2 Durchdringungsvermögen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trockene Absorptionsplatte (14) (elektrischer Isolator) zwischen Sender und Empfänger in Plattenhalter einspannen. • Verstärkung (9) im mittleren Bereich einstellen. <p>Folgerung: Mikrowellen durchdringen Isolatoren, da Empfangssignal nachweisbar.</p>	
<p>6.3 Abschirmung und Absorption</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflektorplatte (14) zwischen Sender und Empfänger in Plattenhalter einspannen (elektrischer Leiter). • Verstärkung im unteren Bereich einstellen. <p>Folgerung: Elektrische Leiter schirmen Mikrowellen ab (Metallplatte), da kein Empfangssignal nachweisbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beidseitig angefeuchtete Absorptionsplatte einspannen. <p>Folgerung: Beim Durchdringen von Stoffen mit geringer Leitfähigkeit werden Mikrowellen abgeschwächt, also teilweise absorbiert.</p>	

6.4 Reflexion

- Grundeinstellung vornehmen (5.1).
- Reflektorplatte im Winkel von ca. 30°, 40°, 50°, 60° mittels Zeigerschiene einstellen; Zeiger weist in Richtung Einfallslot.
- Winkel der langen Schiene ändern, bis maximaler Empfang auftritt.
- Winkelmessung vom Lot weg durchführen (Pfeil).

Folgerung: An elektrischen Leitern werden Mikrowellen reflektiert. Das Reflexionsgesetz wird bestätigt.



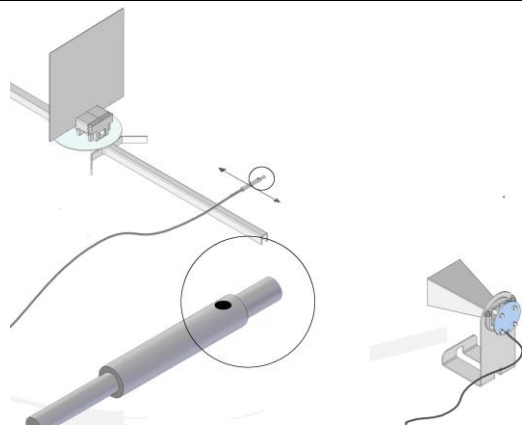
6.5 Stehende Welle, Wellenlängenbestimmung

- Sender und Reflektorplatte ca. 50 cm entfernt voneinander gegenüberstellen (Einfallswinkel 0°).

Gesendete und reflektierte Welle überlagern sich zu einer stehenden Welle.

- Mit Mikrowellensonde (21) (Markierung an der Sondenspitze zeigt nach oben) Abstand a zweier benachbarter Minima (Knoten) oder Maxima (Bäuche) bestimmen (entspricht halber Wellenlänge $\lambda/2$).
- Aus der Wellenlänge λ die Frequenz $f = c/\lambda$ der Mikrowelle ermitteln.

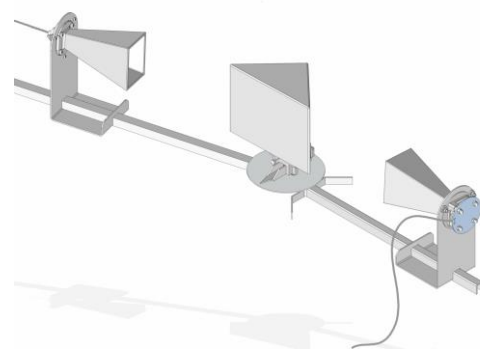
Ergebnis: $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}$, $f \approx 9,4 \text{ GHz}$



6.6 Brechung

- Grundeinstellung vornehmen (5.1).
- Auflageplatte für Prisma (12) in die dem Pfeil abgewandte Seite einschieben.
- Prisma (13) auf Auflageplatte legen und ausrichten.
- Lange Schiene axial drehen, bis maximaler Empfang eintritt.

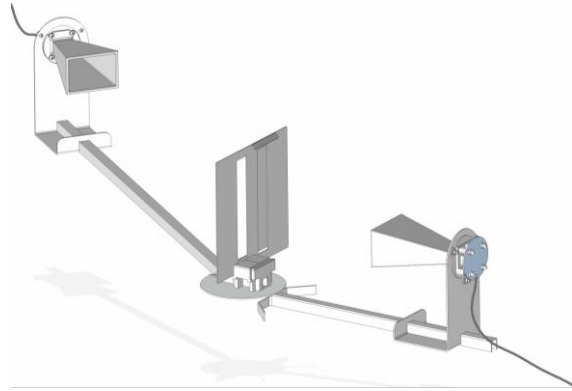
Folgerung: Mikrowellen durchdringen Paraffin. Beim Übergang der Welle von Luft in Paraffin und Paraffin in Luft ändert sich deren Ausbreitungsgeschwindigkeit und damit deren Ausbreitungsrichtung (Brechung).



6.7 Huygensches Prinzip

- Sender (11) ca. 20 cm vom Plattenhalter entfernt und Empfänger (19) in einem Abstand von ca. 80 cm vom Plattenhalter auf die Schienen setzen.
- Empfänger mittels Schiene auf einer Kreisbahn so weit aus Wellenbündel heraus bewegen, bis das Signal deutlich abgeschwächt ist.
- Einfachspalt in den Plattenhalter einsetzen und leicht fixieren (Spaltmitte auf Plattenhalter zentrisch ausrichten).

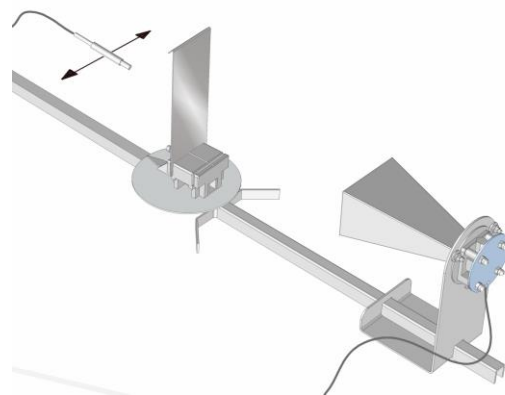
Folgerung: Die Mikrowelle wird am Spalt gebeugt und als Elementarwelle nach dem Spalt wieder nachweisbar (hörbare Zunahme der Lautstärke des Modulationssignals).



6.8 Beugung

- Abdeckplatte (15) im Plattenhalter der Gelenkbank einspannen.
- Sender ca. 20 cm vor der Metallplatte anordnen.
- Sonde (21) horizontal hinter der Platte bewegen.

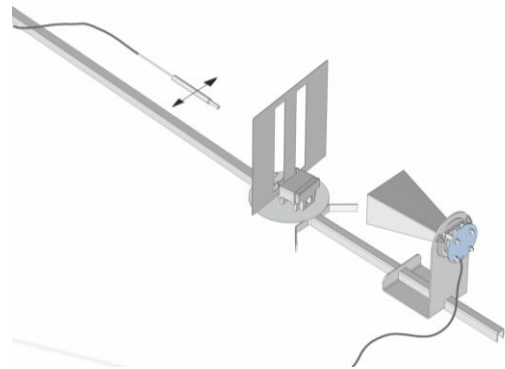
Folgerung: Sonde steht im abgeschatteten Empfangsbereich. Beugung ermöglicht den Nachweis des Empfangssignals im abgeschirmten Gebiet.



6.9 Interferenz

- Platte mit Doppelspalt (16) im Plattenhalter der Gelenkbank mittig einspannen.
- Sender ca. 12 cm vor der Platte positionieren.
- Empfängersonde in ca. 6 cm Abstand hinter der Zweispaltblende parallel zu dieser bewegen.

Folgerung: Da die Anzahl der auftretenden Maxima die Anzahl der Spalte übersteigt, ist Interferenz nachgewiesen.



6.10 Polarisation

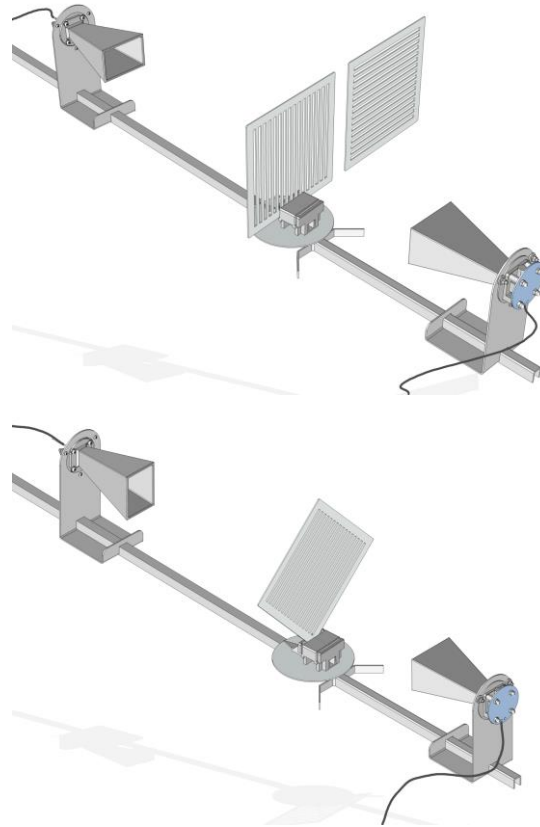
- Polarisationsgitter (18) im Plattenhalter einspannen.
- Empfangsmöglichkeit bei horizontaler Ausrichtung des Polarisationsgitters überprüfen.
- Empfangsmöglichkeit bei vertikaler Ausrichtung des Polarisationsgitters überprüfen.

Folgerung: Da einmal ein Empfang nachgewiesen wird und bei Drehung um 90° kein Signal den Empfänger erreicht, wird demonstriert, dass die Hornantenne ein Wechselfeld erzeugt, das nur in einer Richtung schwingt, also polarisiert ist.

Mit dem Experiment wird der Nachweis einer Transversalwelle erbracht.

Werden Sender und Empfänger gegeneinander horizontal und vertikal ausgerichtet, so ist kein Empfang möglich.

Wird das Polarisationsgitter (von Hand) in den Strahlengang eingebracht und in der dargestellten Ebene um 45° gedreht, wird ein abgeschwächtes Signal empfangen. Die Polarisationssebene wird gedreht.



6.11 Übertragung von Informationen

- Sender und Empfänger einander gegenüberstellen.
- Empfänger außerhalb der Schiene senkrecht zu dieser verschieben.
- Maximaler Empfang, wenn Öffnungen direkt gegenüber stehen.

An Hand der internen Modulation (3 kHz Signal) oder der externen Modulation (z.B. Ton-signal eines MP3 Players) kann Information übertragen werden.

Folgerung: Mikrowellen (elektromagnetische Wellen) können als Informationsträger dienen.

