

1 Weihnachtsaufgabe: Permittivität bestimmen

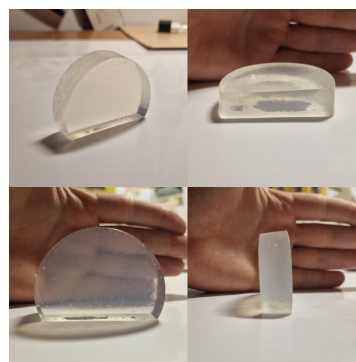
In dieser Aufgabe ging es darum, die Permittivität von zwei unterschiedlichen Materialien zu bestimmen, mittels des Satz von Snellius. Das erste Material war Gelatine, welches vorgegeben war, beim zweiten Material handelt es sich um einen durchsichtigen Kunststoffwürfel.

1.1 Gelatine

Aufbau Für dieses Experiment wurden 33 g Gelatine (siehe Marke in Abb. 1.1a) auf 64 g Wasser verwendet. Als Gussform wurde ein zylindrisches Trinkglas verwendet. Der Gelatine Block wurde anschließend mit einem Messer zugeschnitten, um möglichst viele Luftbläschen aus dem Block zu schneiden und möglichst glatte Flächen zu haben.



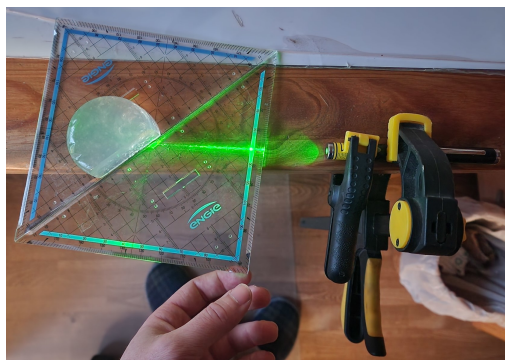
(a) Marke der Gelatine



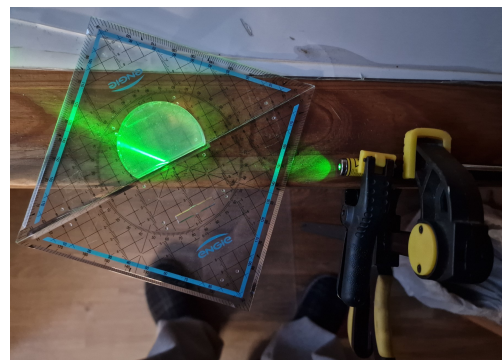
(b) Resultat Gelatine

Abbildung 1.1: Gelatine Sample

In Abb. 1.2 ist der Messaufbau zu sehen. Es wurden 2 Geodreiecke mit Klebeband verklebt.



(a) Einfallswinkel einstellen



(b) Transmissionswinkel messen

Abbildung 1.2: Messaufbau mit Gelatine

Messung Alle Winkel sind vom Lot aus gemessen, das heißt von der 90° Markierung des Geodreiecks. Mit Gleichung (1) konnte die Relative Permittivität ermittelt werden.

$$\frac{\sin \Theta_1}{\sin \Theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} = \sqrt{\epsilon_2} \quad (1)$$

In Tabelle 1 sind die Messergebnisse zu sehen.

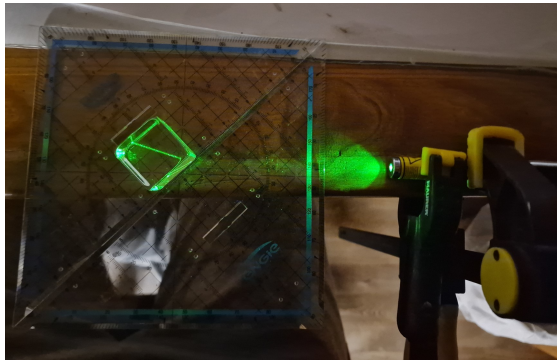
Einfallswinkel Θ_e	15°	30°	45°	60°	80°
Transmissionswinkel Θ_t	10°	21°	31°	42°	48°
Brechungsindex n	1.490	1.395	1.373	1.294	1.325
Relative Permittivität ϵ_r	2.220	1.946	1.885	1.674	1.756

Tabelle 1: Mess- und Rechenergebnisse für die Gelatine

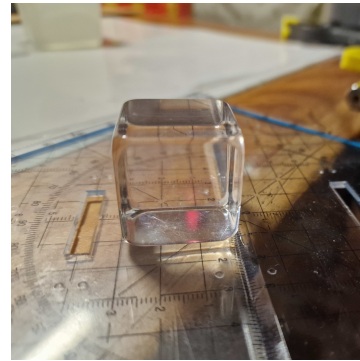
Damit kommt man auf eine mittlere Relative Permittivität $\bar{\epsilon}_r = 1.896$ und einen Brechungsindex $\bar{n} = 1.375$

1.2 Kunststoff Würfel

Aufbau Als zweites Testobjekt wurde ein durchsichtiger Kunststoffwürfel genommen, dessen Material nicht bekannt ist. Er ist in zu sehen. Der Messaufbau ist gleich wie in Abschnitt 1.1.



(a) Messung des Transmissionswinkels



(b) Kunststoff Würfel

Abbildung 1.3: Messaufbau mit Kunststoffwürfel

Messung In Tabelle 2 sind die Messergebnisse zu sehen.

Einfallswinkel Θ_e	15°	30°	45°	60°	80°
Transmissionswinkel Θ_t	11°	20°	28°	37°	50°
Brechungsindex n	1.356	1.462	1.506	1.439	1.286
Relative Permittivität ϵ_r	1.839	2.137	2.268	2.071	1.654

Tabelle 2: Mess- und Rechenergebnisse für den Kunststoff Würfel

Damit kommt man auf eine mittlere Relative Permittivität $\bar{\epsilon}_r = 1.994$ und einen Brechungsindex $\bar{n} = 1.41$. Dank des Brechungsindexes kann vermutet werden, dass es sich um Acrylglas handelt.

2 Weihnachtsaufgabe: Simulation

Hier war die Aufgabe zwei Simulationen von Antennen durchzuführen:

- ein Halbwellendipol im Freiraum
- einen Viertelwellenlängenstrahler über perfekter Groundplane

Dazu wurde die Software EZNEC Pro/2+ v7.0 verwendet. Als individueller Parameter sollten die letzten 3 Ziffern der eigenen Matrikel Nummer genommen werden, um die Wellenlänge in mm zu bestimmen. Daraus lässt sich mit $\lambda = 678 \text{ mm}$ die Betriebsfrequenz ermitteln

$$f = \frac{c_0}{\lambda} = 442.17 \text{ MHz} \quad (2)$$

2.1 Halbwellendipol

In der Software muss die Datei `Dipole1.ez` geöffnet und die berechnete Frequenz eingegeben werden. Die Option `[Rescale]` muss aktiviert sein.

Stromverteilung Die Stromverteilung ist in Abb. 2.1 zu sehen. Die Verteilung entspricht einer Kosinus Halbwelle und hat das Maximum bei $y = 0$ (rosa Linie)

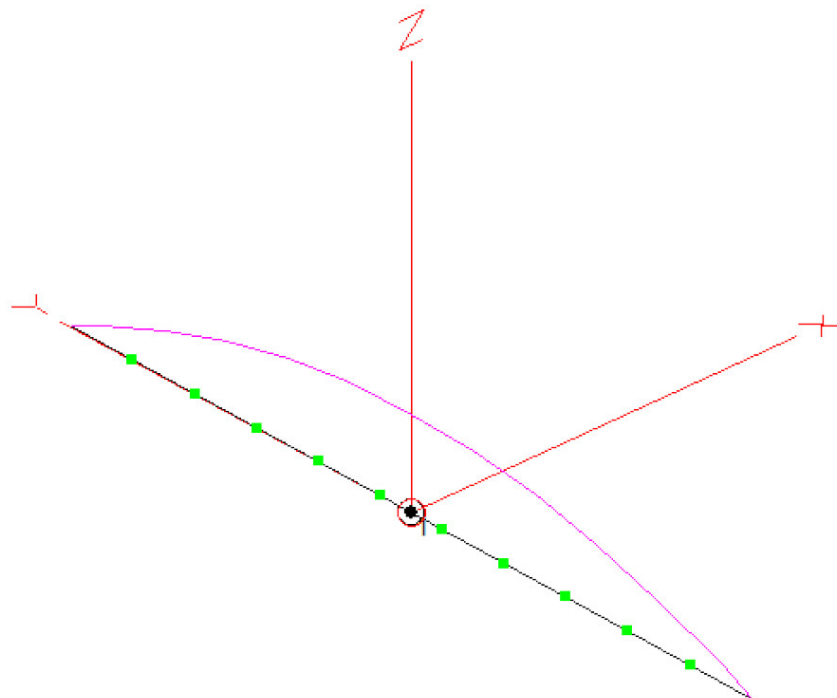
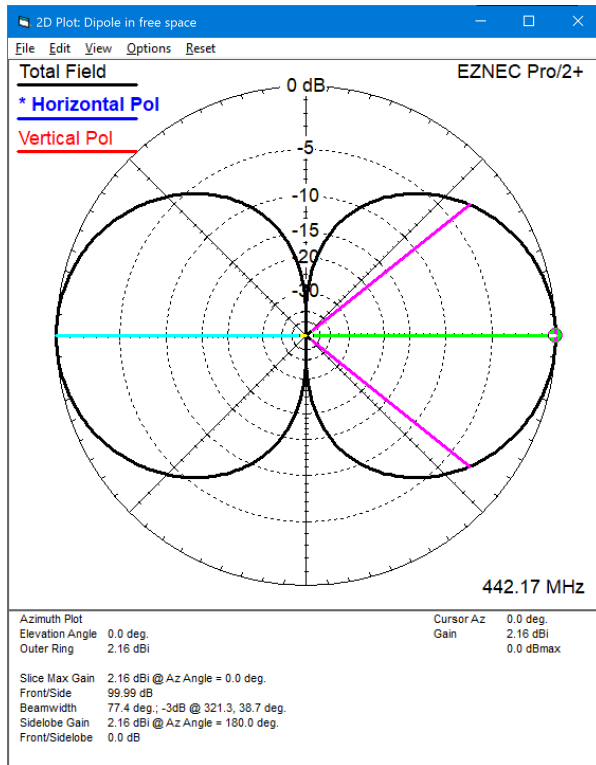


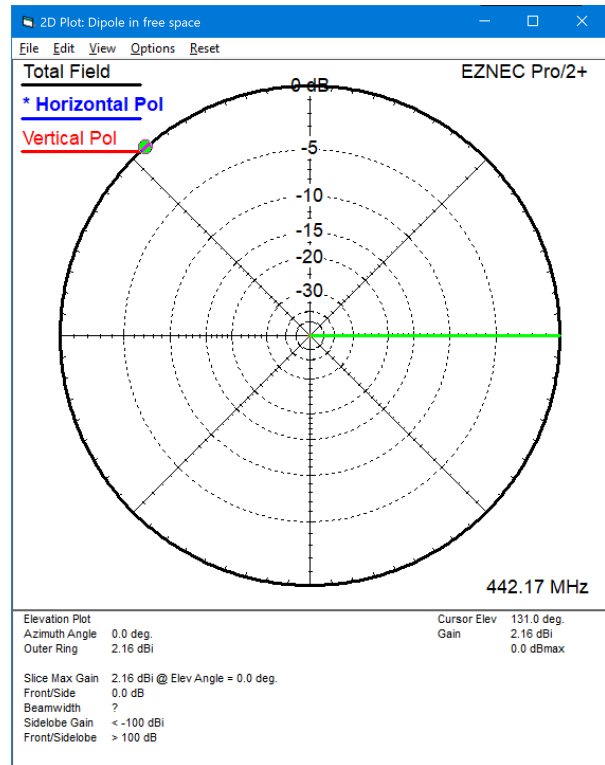
Abbildung 2.1: Stromverteilung des Halbwellendipols

Polarisation Um die Polarisation sehen zu können muss im Hauptfenster auf `[Desc Options] > [Plot] > [Fields]` geklickt werden, um die Option `[Vert, Horiz, Total]` auszuwählen. Damit kann aus der Richtcharakteristik in Abb. 2.2 die Polarisation abgelesen werden. Die Farbigen Linien geben an, bei welchen Winkeln unterschiedliche Kenngrößen auftreten (grün = Maximum, magenta = 3 dB,...). Dadurch, dass die grüne Linie nicht 0 ist und sich das Gesamtfeld und die horizontale Polarisation vollständig überlappen, ist das gesamte Feld horizontal polarisiert.

Richtcharakteristik In Abb. 2.2 ist die Richtcharakteristik zu sehen, welche der des Hertz'schen Dipols sehr ähnlich ist. Dabei stellt Abb. 2.2a den Schnitt durch die X/Y-Ebene und Abb. 2.2b den Schnitt durch die X/Z-Ebene dar.



(a) X/Y Schnitt



(b) X/Z Schnitt

Abbildung 2.2: Richtdiagramm und Polarisation der Dipolantenne

Gewinn Aus Abb. 2.2 kann der Gewinn G der Antenne ermittelt werden. Dafür wird das Maximum des Gesamtfeldes abgelesen $G = 2.16 \text{ dBi}$.

Rayleighdistanz Die Rayleighdistanz gibt an, ab welcher Entfernung von der Antenne das Fernfeld gültig ist. Diese kann mit Gleichung (3) bestimmt werden.

$$r_R = \frac{2D^2}{\lambda} (+\lambda) = \frac{2 \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2}{\lambda} = \frac{\lambda}{2} + \lambda = 1017 \text{ mm} \quad (3)$$

Der Term $+\lambda$ ist nötig für kleine Antennen. Diese Antenne ist 339 mm lang, was genau $\frac{1}{3}r_R$ entspricht.

Antennenimpedanz Mit der Funktion [Src Dat] können die Daten der Antenne eingesehen werden. Diese sind in Abb. 2.3 zu sehen. Die Impedanz beträgt $(81.76 + j46.03)\Omega$.

2.2 Viertelwellenlängenstrahler über perfekter Groundplane

In der Software muss die Datei `Vert1.ez` geöffnet und die berechnete Frequenz eingegeben werden. Die Option [Rescale] muss aktiviert sein. Weiters muss die Option [Ground Type] auf [Perfect] gestellt werden.

Stromverteilung Die Stromverteilung ist in Abb. 2.4 zu sehen. Die Verteilung entspricht einer Kosinus Viertelwelle und hat das Maximum bei $z = 0$ (rosa Linie)

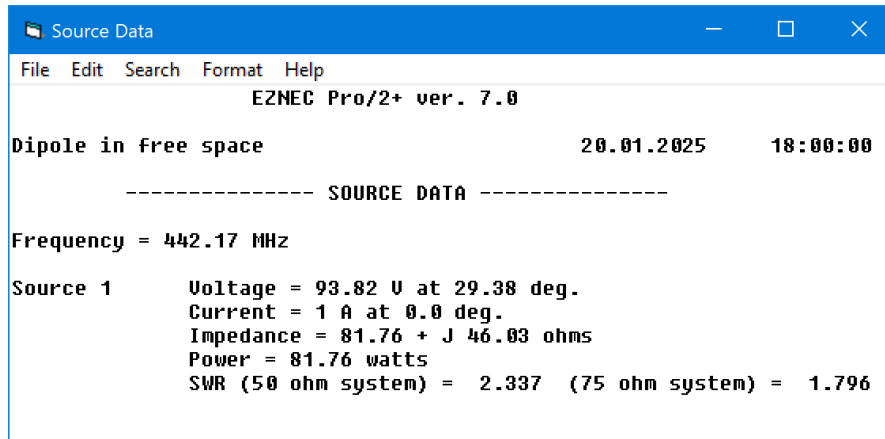


Abbildung 2.3: Kennwerte der Dipolantenne

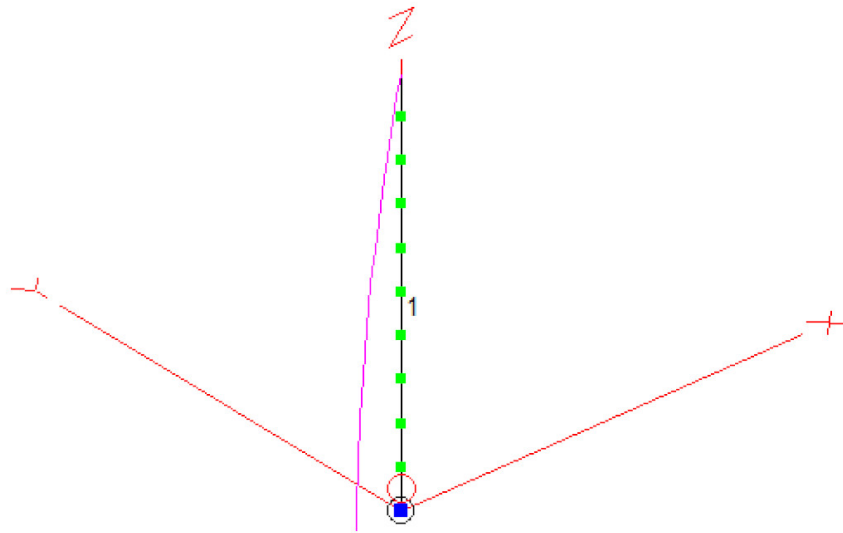


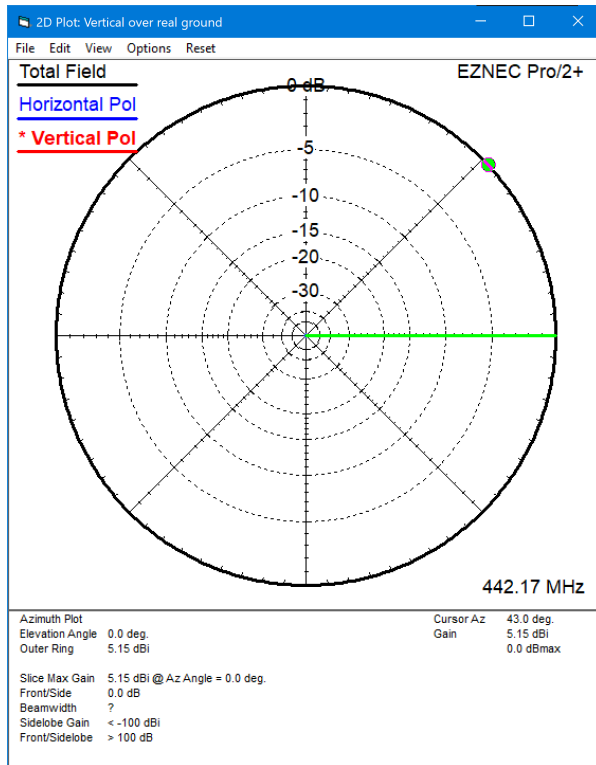
Abbildung 2.4: Stromverteilung der Viertelwellen Antenne

Polarisation Um die Polarisation sehen zu können muss im Hauptfenster wieder auf [Desc Options] > [Plot] > [Fields] geklickt werden, um die Option [Vert, Horiz, Total] auszuwählen. Damit kann aus der Richtcharakteristik in Abb. 2.5 die Polarisation abgelesen werden. Die Farbigen Linien geben an, bei welchen Winkeln unterschiedliche Kenngrößen auftreten (Grün = Maximum, Magenta = 3dB,...). Dadurch, dass die grüne Linie nicht 0 ist und sich das Gesamtfeld und die vertikale Polarisation vollständig überlappen, ist das gesamte Feld vertikal polarisiert.

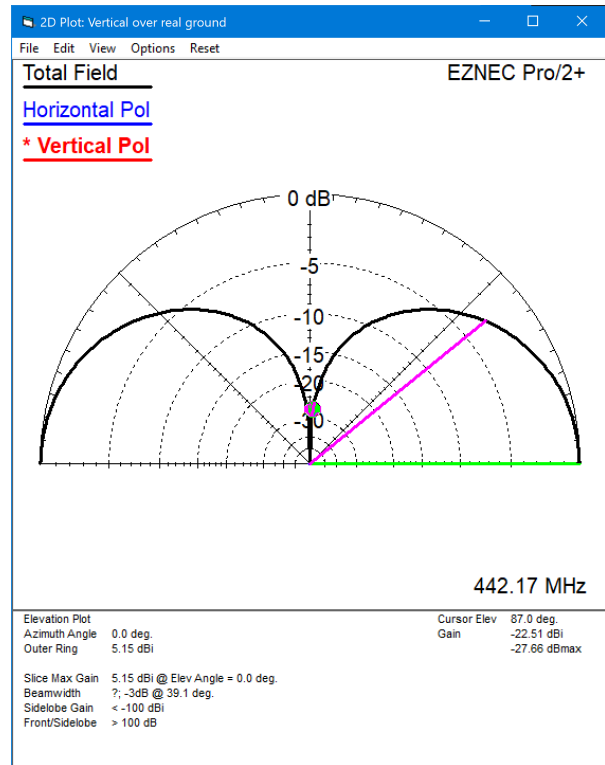
Richtcharakteristik In Abb. 2.5 ist die Richtcharakteristik zu sehen, welche im Grunde wie die Hälfte der Dipolantenne aussieht. Dabei stellt Abb. 2.5a den Schnitt durch die X/Y-Ebene und Abb. 2.5b den Schnitt durch die X/Z-Ebene dar.

Gewinn Aus Abb. 2.2 kann der Gewinn G der Antenne ermittelt werden. Dafür wird das Maximum des Gesamtfeldes abgelesen $G = 5.15$ dBi.

Rayleighdistanz Die Rayleighdistanz kann wieder mit Gleichung (4) bestimmt werden.



(a) X/Y Schnitt



(b) X/Z Schnitt

Abbildung 2.5: Richtdiagramm und Polarisation der Viertelwellen Antenne

$$r_R = \frac{2D^2}{\lambda}(+\lambda) = \frac{2\left(\frac{\lambda}{4}\right)^2}{\lambda} = \frac{\lambda}{8} + \lambda = 762.75 \text{ mm} \quad (4)$$

Diese Antenne ist 163 mm lang.

Antennenimpedanz Mit der Funktion [Src Dat] werden wieder die Daten der Antenne eingesehen. Diese sind in Abb. 2.6 zu sehen. Die Impedanz beträgt $(36.65 + j2.973)\Omega$.

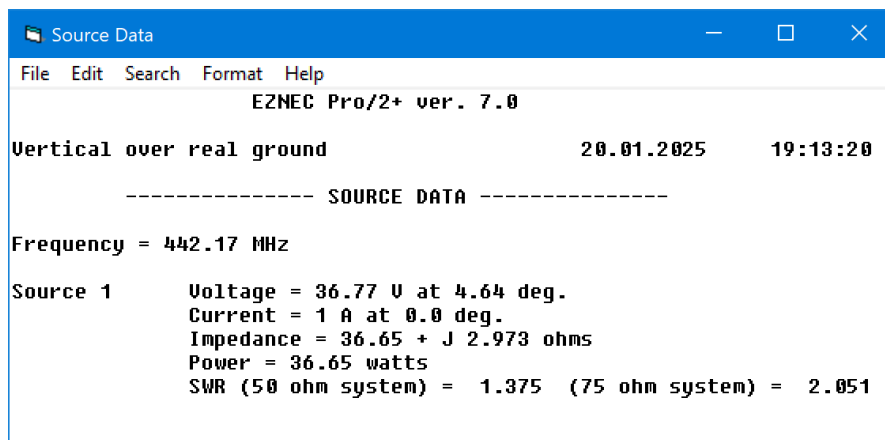


Abbildung 2.6: Kennwerte der Viertelwellen Antenne