

Physik Q11		
Elektromagnetische Wechselfelder		Vom Schwingkreis zum Dipol

Damit elektromagnetische Wechselfelder entstehen und sich im Raum ausbreiten können, müssen sich die Felder rasch ändern.

Dies liegt u.a. daran, dass die Induktionsspannung (also auch das induzierte elektrische Feld) umso größer ist, je größer die Änderung des Magnetfeldes ist, also je schneller sich das Magnetfeld ändert.

Dasselbe gilt auch für den zweiten Teil: Je rascher sich das elektrische Feld ändert, desto größer ist die dazu erforderliche Stromstärke und desto größer ist der Betrag der magnetischen Flussdichte.

Eine „rasche“ Änderung des elektrischen bzw. des magnetischen Feldes erfordert natürlich, dass die Schwingungszeit sehr klein, die Frequenz des verwendeten Schwingkreises also möglichst groß ist.

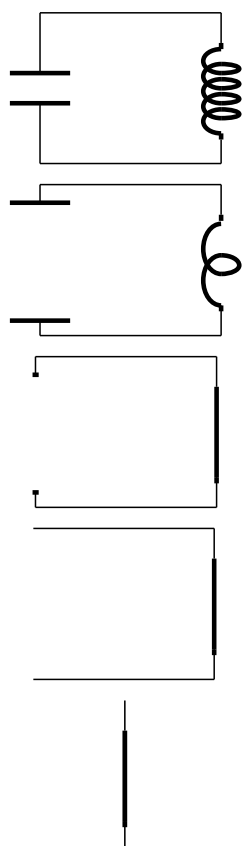
Nach der Thomson-Formel ist  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$ . Für eine hohe Frequenz benötigt man folglich eine möglichst kleine Induktivität der Spule und eine möglichst geringe Kapazität des Kondensators.

Die Induktivität einer Spule berechnet sich aus  $L = \mu_0 \mu_r \frac{AN^2}{\ell}$  und die Kapazität eines Kondensators aus  $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$  (siehe Formelsammlung).

Für eine möglichst kleine Induktivität sollte die Spulenfläche  $A$  und die Anzahl  $N$  der Windungen also möglichst klein und  $\ell$  möglichst groß sein. Für eine möglichst kleine Kapazität muss man einen großen Plattenabstand  $d$  und eine kleine Plattenfläche  $A$  wählen.

Wir bauen unseren Schwingkreis deshalb schrittweise um:

### Vom Schwingkreis zum Dipol



normaler **Schwingkreis** mit Kondensator und Spule

Vergrößerung des Plattenabstands  $d$  und Verkleinern der Windungszahl  $N$

Verkleinern der Plattenfläche  $A_c$ , der Windungszahl  $N$  und der Spulenfläche  $A_l$

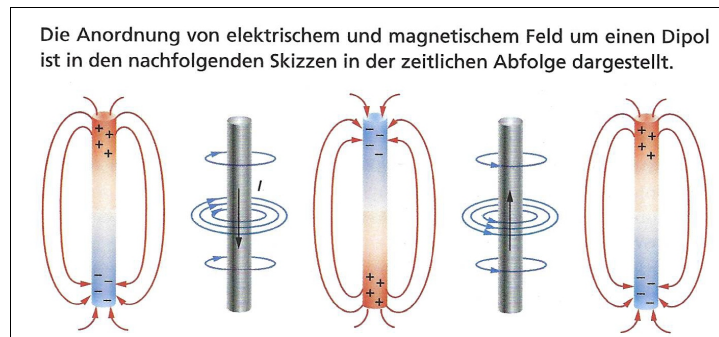
Weitere Verkleinerung der Plattenfläche  $A_c$  und Vergrößerung des Plattenabstands  $d$

Größtmöglicher Abstand  $d$  der beiden Platten, kleinste Windungszahl der Spule, kleinste Plattenfläche, kleinste Spulenfläche:  
**Hertzscher Dipol**

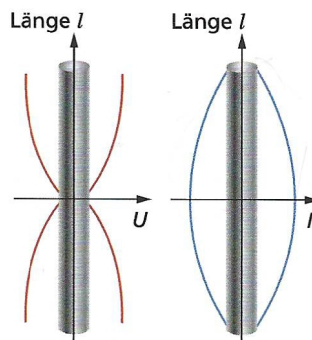
Physik Q11		
Elektromagnetische Wechselfelder		Vom Schwingkreis zum Dipol

Diese Veränderungen am Schwingkreis sind auch in unserem Schulbuch auf S. 158 beschrieben.

Auf Seite 159 wird erklärt, wie das elektrische und das magnetische Feld an einem Dipol zu verschiedenen Zeiten aussehen:<sup>1</sup>



Im zweiten Bild sieht man die Ladungsverteilung (links) und die Stromstärke (rechts) am Anfang einer Schwingung.<sup>2</sup>



Diesem Bild kann man entnehmen, dass die Länge des Dipols einer halben Sinusschwingung entspricht, also der halben Wellenlänge:  $l = \frac{\lambda}{2}$ . Man spricht deshalb auch von einem „Lamda-Halbe-Dipol“.

Wie für andere Wellen auch (siehe 10. Klasse) gibt es zwischen der Wellenlänge  $\lambda$ , der Frequenz  $f$  bzw. Schwingungsdauer  $T$  und der Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  der Welle einen einfachen Zusammenhang:

Während der Zeit  $\Delta t = T$ , also während einer ganzen Schwingungsdauer, wandert die Welle um das Stück  $\Delta x = \lambda$ , also um eine ganze Wellenlänge weiter.

$$\text{Somit gilt: } c = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} \text{ oder } c = \lambda \cdot f.$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  kann man aus Frequenz- und Wellenlängenmessungen berechnen und erhält:  $c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ . Dies ist die gleiche Geschwindigkeit, mit der sich Licht im Vakuum ausbreitet.

1 Physik 11, Duden Paetec GmbH, Berlin, S. 159

2 ebd.