

Holt euch die Goldene Tramway 2002!

Die Stadt gehört Dir!

WIENER LINIEN

Wie Mobilfunknetze funktionieren



Lernziele

Aufbauend auf dem Lehrplankapitel Elektromagnetische Schwingungen und Wellen wird die Funktion des GSM-Netzwerkes erklärt.

Mit Hilfe der Materialien können die Grundlagen der elektromagnetischen Welle sowie deren Ausbreitung wiederholt, und die Grundlagen des GSM-Netzes erarbeitet werden.

Materialien

Overheadfolien 1 und 2: Die freie elektromagnetische Welle

Arbeitsblatt 1: Die elektromagnetische Welle und GSM

Arbeitsblatt 2: Das elektromagnetische Spektrum

Arbeitsblatt 3: Grundarchitektur des GSM-Netzwerkes

Arbeitsblatt 4: Architektur des GSM-Netzwerkes

Arbeitsblatt 5: Wiederholung

Methode:

Die Arbeitsblätter können den SchülerInnen als Handouts ausgeteilt werden oder dienen als Stationengrundlage für Offenes Lernen.

Die Arbeitsblätter 1 - 4 sollten mit den SchülerInnen idealerweise in der angegebenen Reihenfolge durchgearbeitet werden, wobei auf die jeweiligen spezifischen Fragestellungen zu achten ist. Arbeitsblatt 5 dient der Wiederholung und Festigung des Gelernten.

Holt euch die Goldene Tramway 2002!

Die Stadt gehört Dir!



Overheadfolie 1 und 2: Die freie elektromagnetische Welle

Um die Vorgänge bei der Datenübertragung im Mobilfunknetz erklären zu können, ist es natürlich notwendig die Grundlagen der elektromagnetischen Welle zu wiederholen. Anhand der Folien kann das Zustandekommen einer freien elektromagnetischen Welle erklärt werden.

Erklärung zu Overheadfolie 1:

Aus einem geschlossenen Schwingkreis entsteht ein offener Schwingkreis, indem die Kapazität „geöffnet“ wird. Den Kondensator verlassen die offenen elektromagnetischen Wellen und breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus -> Elektromagnetische Welle.

Erklärung zu Overheadfolie 2:

Den Dipol (Hertzschen Dipol) kann man sich einfach in Form zweier oszillierender Ladungen vorstellen.

Ein möglicher Arbeitsauftrag wäre, den SchülerInnen obige Folien als Arbeitsblätter auszugeben mit der Aufgabe, die Vorgänge des offenen Schwingkreises in eigenen Worten wiederzugeben.

Arbeitsblatt 1: Die elektromagnetische Welle und GSM

Hier wird schon näher auf die Datenübertragung bei GSM-Netzen eingegangen. Unter anderem wird auch auf die gesundheitlichen Folgen von elektromagnetischen Wellen hingewiesen – Stichwort Elektrosmog.

Tipp:

Die SchülerInnen können anhand dieses Arbeitsblattes z.B. eine Internet-Recherche zum Thema Elektrosmog durchführen.

Arbeitsblatt 2: Das elektromagnetische Spektrum

Dieses Blatt beschäftigt sich mit dem elektromagnetischen Spektrum und beschreibt, welche Wellenlängen bzw. Frequenzen für GSM verwendet werden.

Lösung:

Ein Handy kann in verschiedenen Ländern benutzt werden, wenn es in einem bestimmten, dort zur Verfügung stehenden Frequenzband (z.B. 900 MHz oder 1800 MHz) arbeitet und die entsprechenden Kodierungen (GSM, NADC etc.) versteht.

Arbeitsblätter 3 und 4: Architektur des GSM-Netzwerkes

Die Architektur des GSM-Netzwerkes wird erläutert, wobei Arbeitsblatt 5 etwas detaillierter und „technischer“ gehalten ist.

Holt euch die Goldene Tramway 2002!

Die Stadt gehört Dir!



Arbeitsblatt 5: Das elektromagnetische Spektrum

Als Abschlussübung soll Arbeitsblatt 6 herangezogen werden. Der Lückentext kann mit dem erworbenen Wissen ausgefüllt werden. Es soll den SchülerInnen nun möglich sein, die Struktur eines GSM-Netzwerkes im Groben zu skizzieren.

Lösung:

Die Mobilfunktechnik nutzt Funkwellen zur drahtlosen Übertragung von Sprache und Daten. Funkwellen sind hochfrequente elektromagnetische Wellen, die von einer Sendeanenne abgestrahlt werden und sich mit Lichtgeschwindigkeit im Raum ausbreiten. Die elektromagnetische Feldstärke nimmt mit der Entfernung auf Grund des quadratischen Abstandsgesetzes schnell ab.

Hintergrundinformationen:

Ausführliche Informationen zum Thema Telekommunikation finden Sie im Buch „Signale“ von John R. Pierce und A. Michael Noll (Akademischer Verlag, Heidelberg).

Nützliche Internet-Seiten:

Zum Thema Mobilfunk insgesamt:

<http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/uvm/abt4/mobilfunk/faltblatt.html>

http://www.afoeg.bayern.de/akademie/berichte/mobilfunk_gan.pdf

Zum Thema GSM:

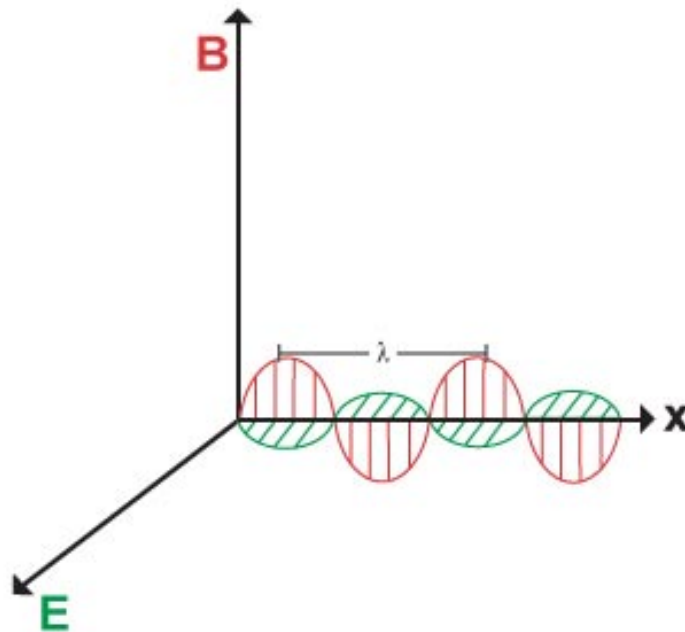
<http://www.nobbi.com/glossar.htm>

<http://www.shoshin.uwaterloo.ca/~jscouria/GSM/gsmreport.html>

Allgemeines:

<http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/11629/1.html>

Elektromagnetische Welle und GSM



Elektromagnetische Felder weisen gleichzeitig eine elektrische Feldstärke E und eine magnetische Feldstärke B auf. Wenn sich dieses Feld mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet, so liegt eine elektromagnetische Welle vor. Das elektrische Feld E und das magnetische Feld B schwingen in Phase. Sie stehen stets senkrecht aufeinander und liegen in einer Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung.

Schwingende Elektronen in einer Sendeantenne rufen eine elektromagnetische Welle hervor.

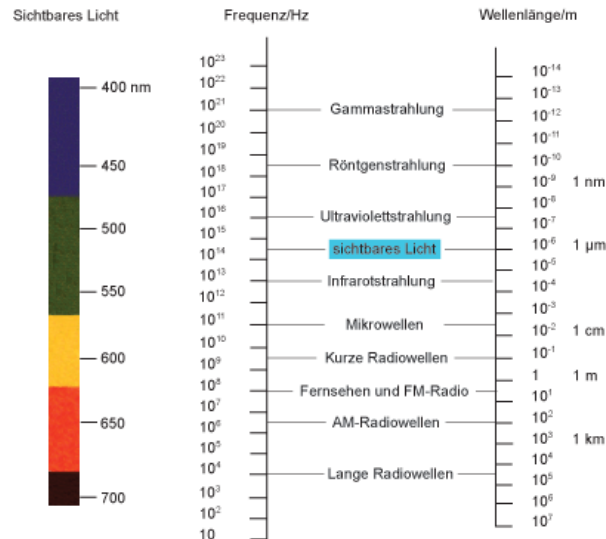
Die Datenübertragung bei GSM funktioniert mit Hilfe gepulster elektromagnetischer Strahlung. Es handelt sich dabei nicht um kontinuierlich abgegebene Radiowellen, die auch von Fernsehern und insbesondere von Radaranlagen abgegeben werden. Dieser gepulsten Strahlung unterstellt man eine besondere biologische Wirkung, die allerdings bis dato nicht wissenschaftlich bestätigt werden konnte.



*Mit welchem Wort kann diese biologische Wirkung bezeichnet werden?
Was haben Sie darüber gehört? Welche Gefahren entstehen?*

Der „Crest“-Faktor ist neben der Pulsfrequenz ein Maß für die Pulsung eines Signals. Er gibt den Quotienten aus Spitzenwert und Durchschnittswert der Leistung an. Signale von Mobiltelefonen erreichen einen Crestfaktor von 8, während Radaranlagen einen Crestfaktor von mehreren Tausend aufweisen.

Das elektromagnetische Spektrum







Bei GSM ist für Sende- und Empfangsrichtung jeweils eine eigene Frequenz definiert. Die Festlegung für GSM-900 sehen für den Uplink (die Übertragung vom Mobiltelefon zur Basisstation) das Frequenzband zwischen 890 und 915 MHz vor, für den Downlink (in umgekehrter Richtung) sind die Frequenzen zwischen 935 und 960 MHz reserviert. GSM-1800 arbeitet nach demselben Prinzip, wobei für den Uplink die Frequenzen von 1710-1785 MHz und für den Downlink die Frequenzen zwischen 1805-1880 MHz zur Verfügung stehen.

⇒ Arbeitsauftrag

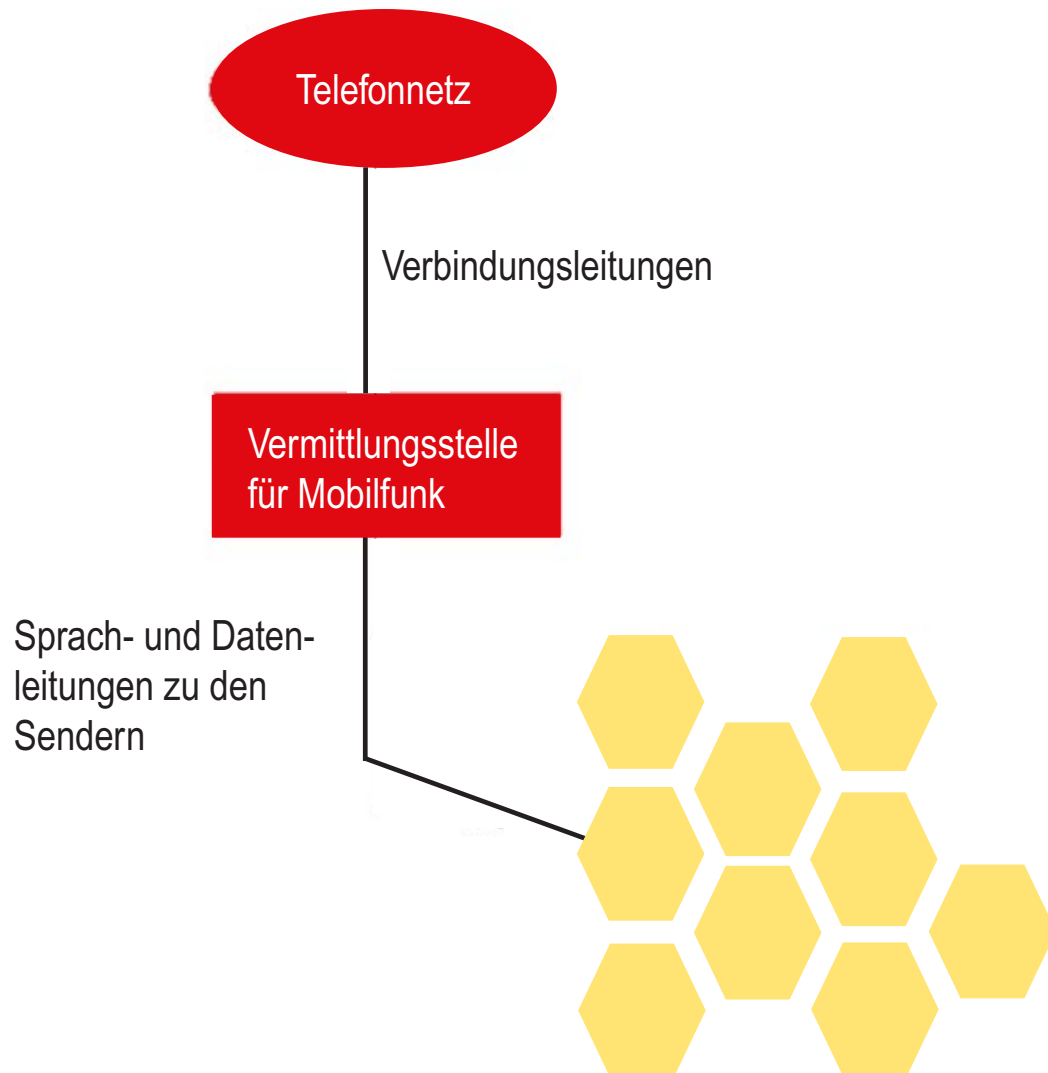
Wiederholen Sie den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz. Welche Wellenlängen entsprechen oben genannten Frequenzen?

GSM ist nur eine von vielen Mobilfunkkodierungen. Die untere Tabelle gibt Auskunft über Kodierungen in anderen Gebieten.

Länder/Gebiete	Frequenz	Kodierung
EU 	450MHz, 900MHz, 1800MHz	AM, GSM
USA 	150MHz, 450MHz, 800-900MHz	AM, NADC, MIRS, CDMA
Kanada 	450MHz, 900MHz, 1900MHz	AM, NADC, PCS
Australien 	900MHz	GSM

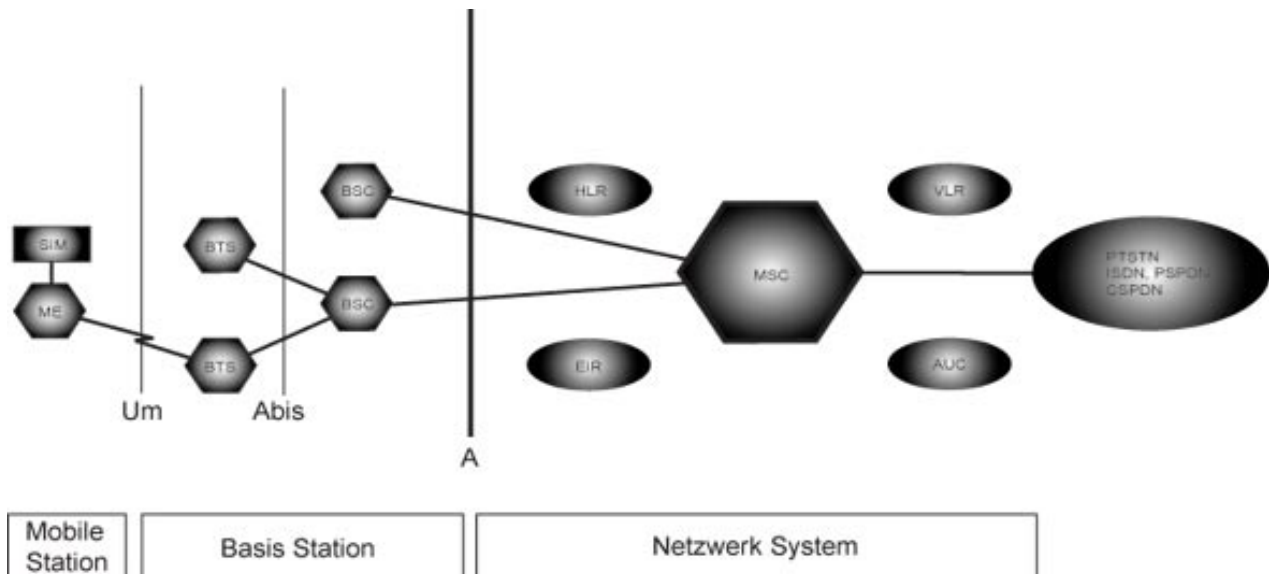
⇒ Warum können europäische Handys nicht in den USA und Kanada verwendet werden?

Grundarchitektur eines GSM-Netzwerkes



Beim Mobiltelefon werden die Bereiche eines Gebiets in Zellen aufgeteilt -> GSM ist ein zellulares Netz. Die einzelnen Funkzellen werden von den Antennen einer Basisstation (BTS) versorgt. Wenn ein Teilnehmer eine für ihn zuständige Zelle verlässt, so muss er auf einen Kanal einer benachbarten Zelle weitergeschaltet werden, was innerhalb von Sekundenbruchteilen geschieht. Das Gesamtsystem wird von einer Vermittlungsstelle für den Telefonfunk gesteuert, die mit dem öffentlichen Telefonnetz verbunden ist.

Architektur eines GSM-Netzwerkes



Die Grafik zeigt das Layout eines GSM (General System for Mobile Communication) Netzwerkes. Damit eine Verbindung von einem Teilnehmer zum anderen entsteht, sind eine Reihe von Zwischenschritten notwendig.

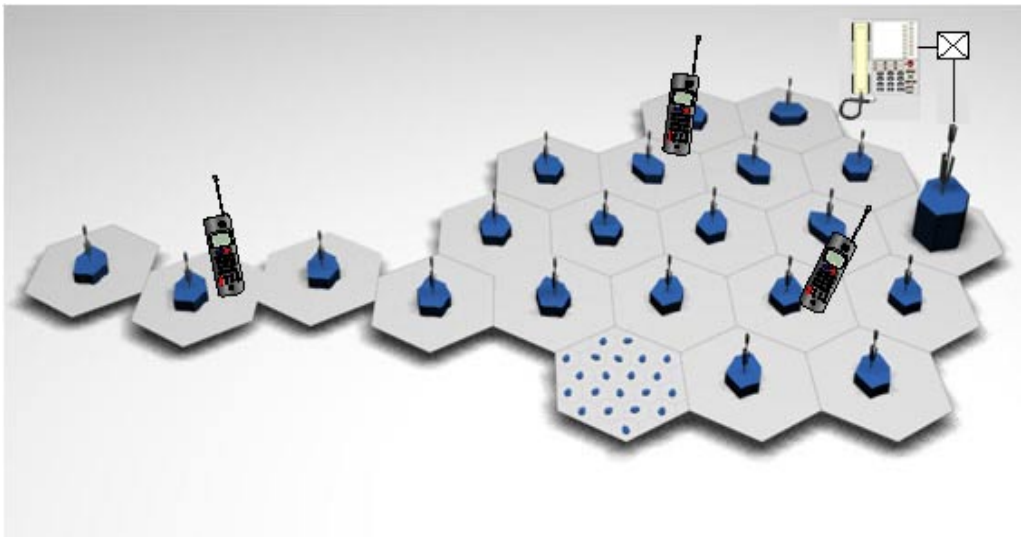
Von der Mobilstation (ME), die aus dem Handy und der SIM (Subscriber Identity Module) Karte, besteht wird Verbindung zu einer Basisstation (Sendemasten) aufgebaut. Diese Basisstation besteht aus dem BTS (Basis Tranceiver Station), über die das Mobiltelefon mit dem Netz Verbindung aufnimmt und dem BSC (Base Station Controller), das den Datenverkehr zwischen BTS und MSC kontrolliert.

Die zentrale Komponente des Netzwerksystems ist das MSC (Mobile Services Switching Center), eine Vermittlungsstelle für Gespräche zwischen Mobilgeräten und Festnetz (ISDN, PSTN). Von entscheidender Wichtigkeit für das Funktionieren von GSM ist die Datenbank HLR (Home Location Register), in welcher kundenrelevante Informationen (zB.: welche Dienste sind erlaubt) gespeichert sind. Die zweite wichtige Datenbank, das VLR (Visitor Location Register), enthält Informationen zum genauen Aufenthaltsort des Mobiltelefons.

Durch die IMEI (International Mobile Equipment Identity) Datenbank wird eine eindeutige Hardwareerkennung des Telefons (also der SIM-Karte) erlaubt. Sie enthält eine Seriennummer der SIM-Karte. Diese kann unter Eingabe von *#06# auf jedem Telefon angezeigt werden. Mit dieser Nummer können Netzbetreiber das Telefon bei Missbrauch sperren. Schließlich wird noch im AuC (Authenticaton Center) eine Kopie des Sim-Karten-Codes gespeichert.

Mobilfunknetze

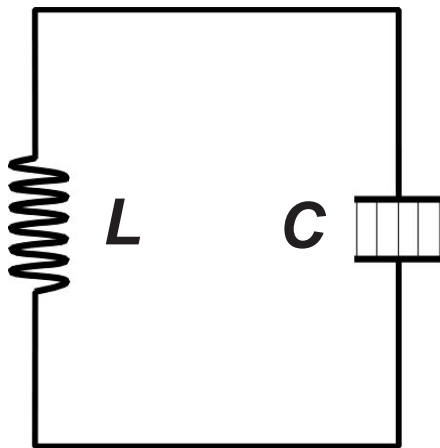
Die Mobilfunktechnik nutzt _____ zur drahtlosen Übertragung von Sprache und Daten. Funkwellen sind hochfrequente _____ Wellen, die von einer Sendeantenne abgestrahlt werden und sich mit _____ geschwindigkeit im Raum ausbreiten. Die elektromagnetische Feldstärke nimmt mit der Entfernung auf Grund des _____ Abstandsgesetzes schnell ab.



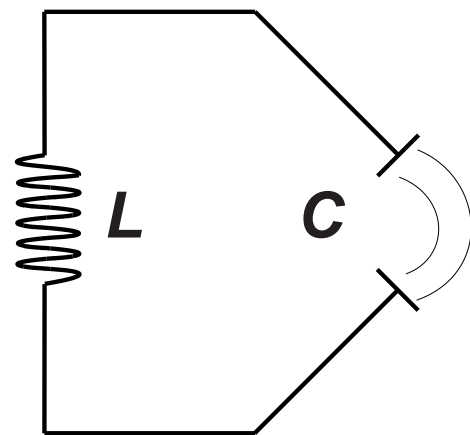
Erklären Sie anhand der Abbildung die wichtigsten funktionalen Einheiten des GSM-Netzwerkes. (Zentrale Begriffe: Basisstation, Funkvermittlungsstelle, Kleinzelle, Telefonleitung, Mobiltelefon)

Die freie elektromagnetische Welle

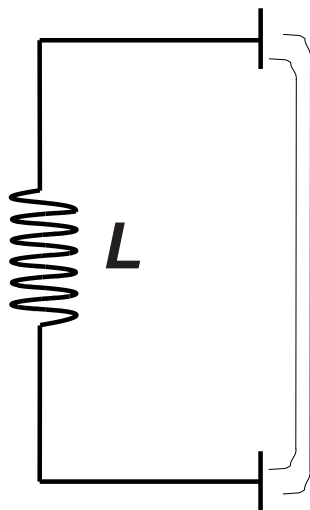
1.



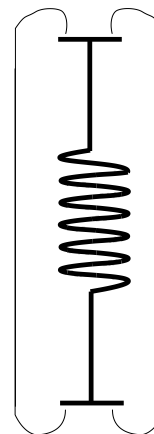
2.



3.



4.

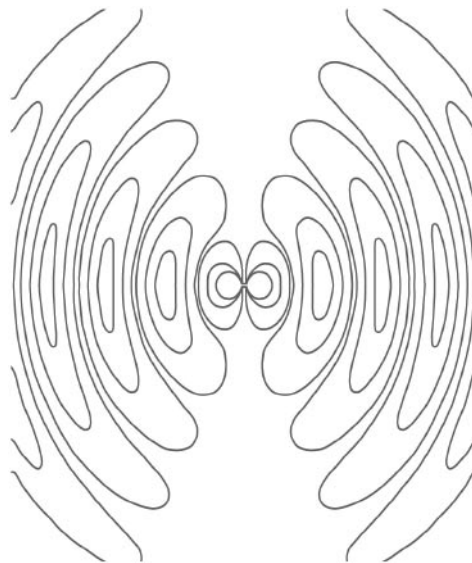
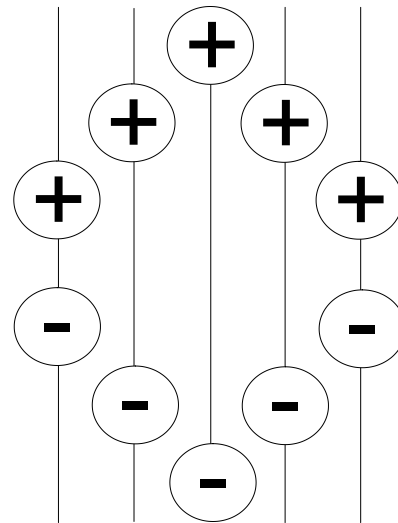
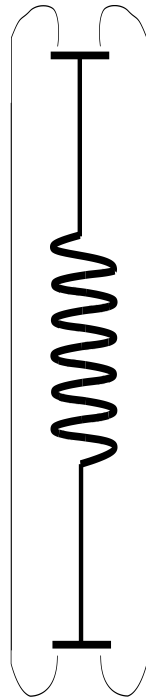


offener Schwingkreis:
Dipol

Holt euch die Goldene Tramway 2002!

Die Stadt gehört Dir!

WIENER LINIEN



Strahlender Dipol