

**Elektromagnetische Wechselwirkung, Fortsetzung**

**D) Ausblick: Die Elektromagnetische Welle.**

Zwischen den Leitern ist Luft oder sogar Vakuum. Wie soll die Energie durch das Vakuum gelangen? Der Energiefluss mit zeitlich konstantem elektrischen und magnetischen Feld, benötigt die beiden metallischen Adern, bzw. Leiterplatten als „Leitplanken“. Doch es geht auch ohne „Leitplanken“: Durch Induktion und Maxwellsche Ergänzung erzeugen sich die elektromagnetischen Felder nämlich gegenseitig selbst. Das funktioniert aber nur bei zeitlicher Veränderung. Die elektromagnetische Welle bewegt sich mit wechselnder Auslenkung auch ohne Adern durch den Raum. Für uns ist das Alltagsnormalität: Licht, Röntgenstrahlung, Laserstrahlung, Infrarot-Strahlung, Rundfunkwelle, Funkwelle beim Handy, usw. all dies sind gekreuzte elektromagnetische Felder, welche Energie transportieren. Für eine künstlich erzeugte Rundfunkwelle hat dies als Erster Heinrich Hertz nachgewiesen.

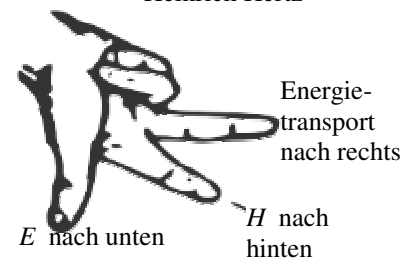


Heinrich Hertz

Richtung des Energietransportes durch Felder.

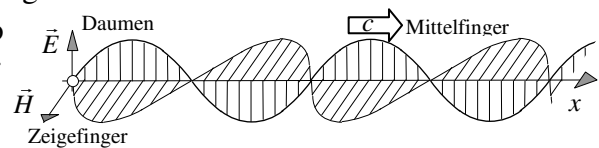
Die Richtung des Energietransportes erhält man wieder durch die „Rechte-Hand-Regel“.

- den Daumen in Richtung von  $E$  (also nach unten)
- den Zeigefinger in Richtung von  $H$  (also nach hinten)
- die Energie fließt dann in Richtung des Mittelfingers.



Ergebnis: In unserem Stromkreis strömt die Feldenergie von links nach rechts, genauso, wie die potentielle Energie der bewegten Elektronen. Beide Modelle sind gleichwertig.

Die nebenstehende Abb. zeigt, dass  $E$  und  $H$  stets so hin- und herschwingen, dass der Mittelfinger immer nach rechts zeigt. D.h., trotz des Hin und Her bewegt sich die elektr.-magn. Welle nach rechts.



Die Geschwindigkeit aller elektromagnetischen Wellen ist gerade die Lichtgeschwindigkeit.

**E) Elektromagnetische Wechselwirkung, Zusammenfassung, Ergebnisübersicht.**

Alle elektromagnetischen Phänomene werden in den vier Maxwellschen Gleichungen zusammengefasst. Das wird hier bildlich dargestellt.

- 1) Nach Coulomb erzeugt eine elektrische Ladung  $Q$  ein elektrisches Feld  $E$ .
- 2) Bewegt sich die Ladung, so entsteht nach Oerstedt zusätzlich ein *magnetisches Ringfeld*  $B$ .
- 3) Vergrößert sich der magnetische Fluss  $\Phi$ , so entsteht nach Faraday, per *Induktion*, ein *negativ* orientiertes *elektrisches Ringfeld*  $E$ . Die negative Orientierung entspricht der Lenzschen Regel.
- 4) Vergrößert sich ein elektrisches Feld  $E$ , so entsteht nach Maxwell ein *positiv orientiertes* magnetisches Ringfeld.

Weil  $\dot{E}$  wie ein Erregerstrom  $I_{err}$  wirkt, nennt man den Term  $\epsilon \cdot A \cdot \dot{E}$  „Verschiebungsstrom“. Das Phänomen heißt Maxwellsche Ergänzung.

		Maxwellsche Gleichungen		
		Erzeugung eines elektrischen Feldes	Erzeugung eines magnetischen Feldes	
Coulomb		Elektrische Ladung erzeugt ein elektrisches Feld		Oerstedt
		Änderung des magn. Flusses erzeugt ein elektrisches Ringfeld.		