

## Resonanzen und deren Rückwirkungen Dipl.- Ing. Karl-Heinz Otto

Unter Resonanzen kann sich kaum jemand etwas Konkretes vorstellen, obwohl jeder schon damit zu tun hatte.

Tropft der Wasserhahn in ein gefülltes Waschbecken, so kann man die Wellenbewegung auf der Oberfläche des Wassers in Form von Ringen sehen. An den Rändern wird es an der geraden Fläche reflektiert und an den schrägen Flächen läuft die Flüssigkeit hoch.



Beispiel 1: Tropfen im Waschbecken



Seebeben Sumatra 26.12.2004

Die tragische Naturkatastrophe zeigte uns plastisch, wie von einem Zentrum aus, die Wellenbewegungen Schäden verursachen.



Beispiel 2: Kinderschaukel

So kann ein Kind schon mit geringen Kraftanstrengungen selbst einen Erwachsenen mehrere Meter hochheben, wenn zur richtigen Zeit nur ein kleiner Anstoß gegeben wird.



Beispiel 3:

Ein Auto-Motor bringt Karosserieteile zum Vibrieren - es gibt Geräusche nur bei einer ganz bestimmten Drehzahl - es wirkt eine Energie-Aufschaukelung durch Resonanz. In den anderen Drehzahlbereichen bleibt das gleiche Karosserieblech ruhig. Stellt man ein Wasserglas auf das Auto, so werden die Resonanzen sichtbar.



#### Beispiel 4:

Immer wenn der Bagger vor dem Haus in einer bestimmten Richtung arbeitete, vibrierten und schepperten die Fensterscheiben in der Wohnung. Der gleiche Bagger in umgekehrter Richtung schaffte es dagegen nicht, da er 5 m weiter arbeitete. Es kommt also auf Resonanzpunkte an.



Beispiel 5: Die kräftige Stimme von klassischen Opernsängern kann Weingläser bei der Einhaltung eines hohen Tones zum hörbaren Mitschwingen und danach sogar zum Zerspringen des Glases bringen. Der kleine Oskarchen aus der Blechtrommel konnte dies auch mit Fensterscheiben im Film erreichen.



#### Beispiel 6: Die Liebe

Zwei Menschen können jahrelang aneinander vorbei laufen, ohne sich zu beachten. Zufälle, wie ein Blickkontakt, eine Berührung oder ein gutes Wort können eine „Resonanz“ auslösen, die eine Bindung zur Folge hat. Stimmt die Resonanz nicht mehr, gibt es eine Trennung.



Beispiel 7: Brücken, über die eine Gruppe von Leuten im Gleichschritt marschiert, beginnen zu schwingen und können einstürzen. Deshalb wurde bei der Bundeswehr schon in der Grundausbildung darauf hingewiesen.



Beispiel 8: Schwingkreise sind in der Nachrichtentechnik etwas völlig Normales.

Gewollte Ladungen und Entladungen werden genutzt um Informationen zu übertragen und können dabei so hohe Frequenzen annehmen, dass die Schwingung den Draht verlässt und als Funkwelle in den Raum abgegeben werden.

Das magische Auge machte die Abstimmung der Resonanzpunkte sichtbar.



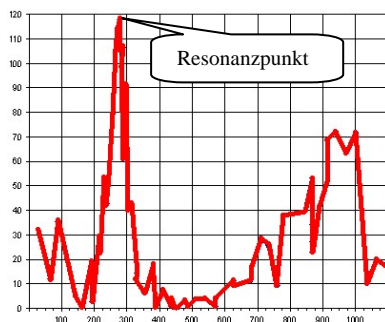
Beispiel 9: alle mechanischen Musikinstrumente, von der Flöte bis zur Orgel, sind von Resonanzen abhängig, um saubere Töne zu erhalten



Beispiel 10: Scheinbar einwandfreie elektrische Anlagen mit hohem Elektronikanteil, zeigen zeitweise ein sonderbares Verhalten und beginnen zu schwingen, zerstören Netzteile durch höhere Spannungen und erzeugen Spannungsüberschläge. Selbst in Steckdosen kann es zu Überschlägen kommen. Wie ein Spuk - denn anschließend läuft alles wieder normal.

**Speziell in Anlagen mit Kompensationsanlagen treten in jüngster Zeit unerwartete Störungen auf.**

Allen Beispielen ist eines gemeinsam: Resonanz saugt Schwingungsenergie aus den Systemen auf und hält die zugeführte Energie konzentriert fest.

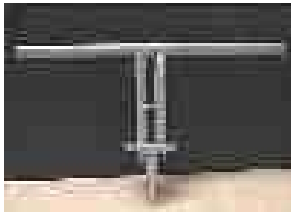


Damit wird Energie nicht mehr gestreut weiterverteilt oder fließt kontinuierlich, sondern wird im Resonanzpunkt festgehalten und wie auf der Kinderschaukel überhört.

Gleich einem Karateschlag, wird die Energie auf einen Punkt konzentriert. Aber es können auch mehrere Resonanzpunkte vorhanden sein.

Kleine Seen, wie der Gardasee oder der Bodensee können plötzlich bei bestimmten Wetterlagen zu einem wilden Meer werden und Boote in Seenot bringen, nur weil wie im Waschbecken bestimmte Resonanzpunkte erreicht wurden.

Die gesamte Funktechnik und klassische analoge Rundfunk- und Fernsehtechnik funktioniert nur mit Schwingkreisen, welche aus Induktivitäten und Kapazitäten gebildet werden. Die Schwingungen sind so hoch gestaltet, das die Energie den Draht verlässt und als Funkwellen in die Luft gegeben wird.



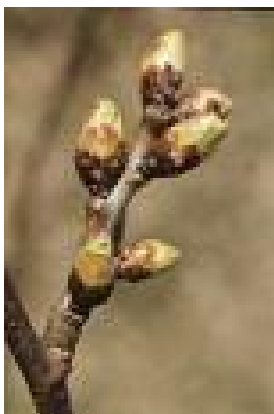
Durch entsprechende Antennen, welche auf die genutzte Funkwelle in ihrer Geometrie abgestimmt sind, kann ein Nutzsignal wieder einfangen werden.

Die Abmessung von Antennen der Funkwellen ist relativ groß, um den Resonanzpunkt zu erreichen.



Mikrowellen-Antennen für die Handy-Frequenzen sind dagegen klein. Die Zellen und Zellkerne von Pflanzen und Lebewesen sind den Resonanzlängen der Mikrowellen in den Abmessungen nahezu identisch.

Eine Erklärung für Schäden an Waldgebieten mit hart gepulsten Hochenergie-Radar (militärischen Einsatz), kann das Wachstum der Blattknospen an Bäumen sein.



Eine Blattknospe wächst bis zum großen Blatt kontinuierlich heran. Für einen kurzen Moment kann die mechanische Größe der Knospe mit der Radar-Frequenz in Resonanz sein und sich dadurch biologisch zerstören. Die Knospen und damit auch die Bäume sterben ab. Einen Resonanzpunkt überleben die betroffenen Zellen in dem passenden Augenblick nicht.

Übertragen auf dem Menschen bedeutet es, dass ein Erwachsener über viele Jahre Feldern ausgesetzt ist, die nicht seine Resonanz treffen.



Er wird trotz starker Funkfelder keine Auswirkungen verspüren, weil die Resonanz mit einer der auftretenden Funkwellen sich nicht aufschaukelt. Durch die Verschiedenheit der körperlichen Abmessungen liegen die möglichen Resonanzen in den unterschiedlichsten Frequenzen. Die gesundheitliche Beeinträchtigung beginnt erst, wenn eine auftretende Frequenz im eigenen persönlichen Resonanzraster liegt und bedarf manchmal nur den Flügelschlag eines Schmetterlings.

Damit unterliegt die Treffsicherheit des Resonanzpunktes ähnlichen Grundsätzen wie das Lottospiel. Zum Glück ist der Organismus eines gesunden Menschen außer ordentlich Robust. Resonanzstörungen müssen nicht immer mit den allergrößten Effekten wirken, sondern können auch nur Nebenwirkungen im Immunsystem verursachen.

Damit sind Kinder und geschwächte ältere Personen häufiger beeinflusst, als ein junger gesunder ausgewachsener Organismus, der sich noch ausregulieren kann.

Viele Erscheinungen haben nicht nur mit der Überempfindlichkeit von Personen zu tun, sondern können auch mit dem Zufall der exakten Resonanz von Hirnregionen erklärt werden.

Welche Theorie zu welcher Beeinträchtigung passt, werden erst längere Beobachtungen und Serien von Kontroll-Forschungen ergeben können. Wir sind heute noch nicht in der Lage, alles exakt beweisen oder mit höchster Sicherheit ablehnen zu können.

Die normale 50 Hz Elektrotechnik hatte bisher kaum Berührungspunkte mit der Schwingkreisbildung. Auch ist es für einen Elektriker nicht üblich, sich mit höheren Frequenzen als 50 Hz zu beschäftigen. Seine Aufgabe ist es Leitungen zu verlegen und Energien im 100 W bis 10.000 W - Bereich zu übertragen.

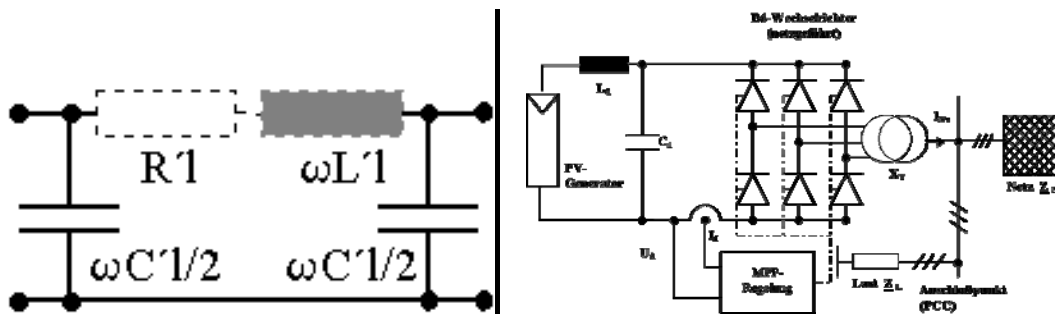
Sein Kollege aus der Unterhaltungselektronik kennt dagegen Schwingkreise, da er dazu die Ausbildung hat. Die dazu benötigten Energien in den Geräten sind in der Regel nur 1 bis 100 Watt. Ein Handy darf gerade mal 2 W gestrahlte Energie in die Umwelt abgeben.



Nun kommen aber immer mehr frequenzgesteuerte Geräte wie Beleuchtungs- und Antriebsanlagen zum Einsatz, welche über den 50 Hz – Bereich hinausgehen und zudem hohe Energiegehalte haben.

Jedes elektronische Vorschaltgerät und Schaltnetzteile, sowie die Umrichter der Antriebstechnik und der USV-Systeme nutzen Schaltfrequenzen, welche heute bis zu 150 kHz takten können.

Plötzlich ist der normale Elektriker doch mit höheren Frequenzen konfrontiert und es fehlt das Verständnis und die Ausbildung.



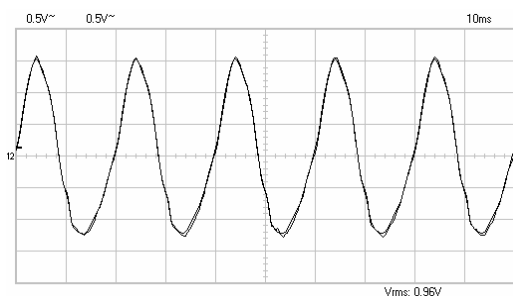
Da Leitungen Induktivitäten darstellen und heute viele kleine Kapazitäten durch Kondensatoren in den normalen Haushaltsnetzen Einzug gehalten haben, kommt es immer häufiger zu elektrischen Schwingkreisbildungen, welche schwer zu erkennen und nachweislich sind.

Es fehlt das Wissen, die bezahlbare Messtechnik und die Ereignisse sind nicht immer kontinuierlich.

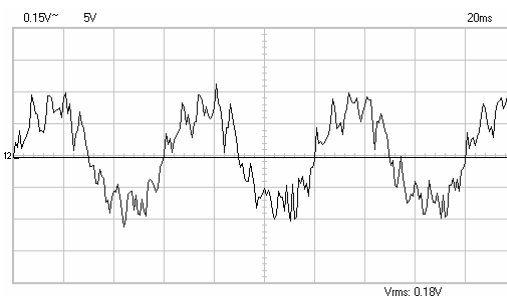
Noch schlimmer sieht es auf den Rückleitungssystemen N aus, welche früher unbedeutend waren. Daher wurden diese auch als Null-Leiter bezeichnet und mehrfach mit dem Erdungssystem verbunden. Heute ist dieses Rückleitersystem mit z.T. hohen Rückströmen durch einphasige Verbraucher belastet und mit Zusatzfrequenzen belegt.

Je nach Zufall, stellen sich alle Frequenzen der Welt auf dem N ein, welche dann über Leitungen und die Sicherheitseinrichtung der Erde und des Potentialausgleichs in einem Gebäude vagabundieren können, wenn die einfache elektrische Installation nicht einwandfrei nach dem geschlossenen Stromkreisprinzip aufgebaut ist.

Dann verstärken sich die EMV- Probleme auf den Erdungs- und Bezugssystemen.

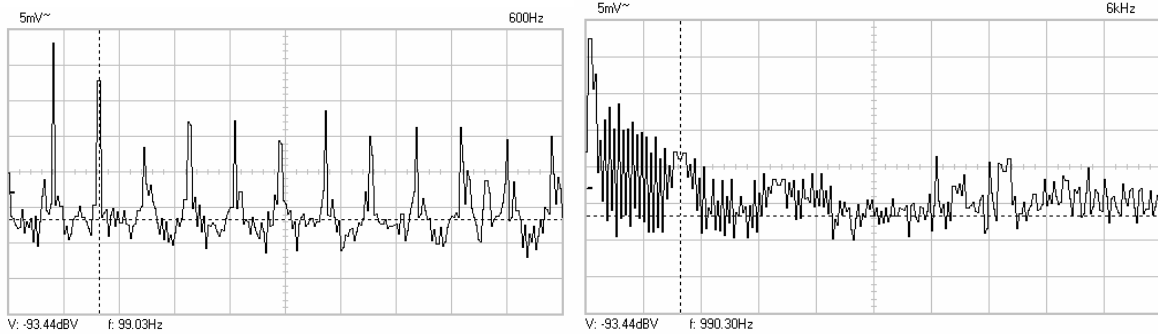


fast noch ein 50 Hz Verlauf



überlagerter 50 Hz Strom

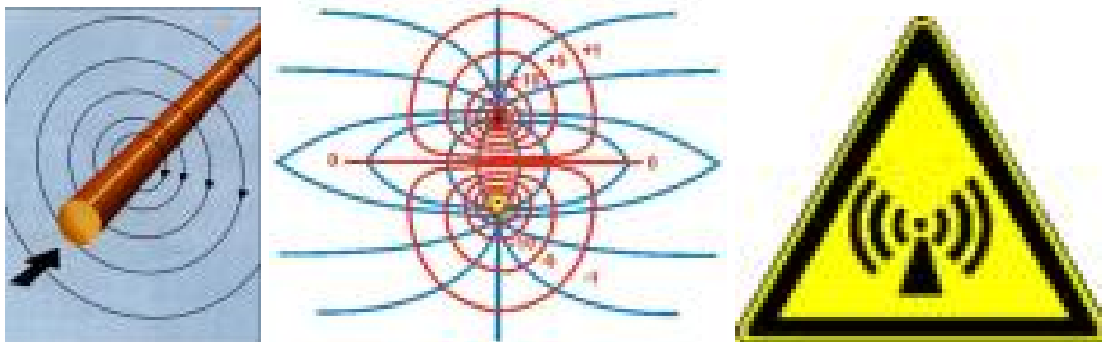
Die Abweichungen von einer Grundfrequenz kann dann mit Hilfe einer Analyse in verschiedene Spektren und Frequenzen deutlich gemacht werden.



## Vorhandene Frequenzspektren auf Erdungssystemen

In der Nähe eines Funksenders und bereits an einem Handy entstehen hochfrequente Wechselfelder.

Zu diesem Thema gibt es eine große Anzahl von Instituten, Laboratorien und Experten, die dieses Thema, je nach Auftraggeber, verschieden behandeln. Unter 30 kHz lassen sich das elektrische und das magnetische Feld noch getrennt voneinander messen und betrachten.

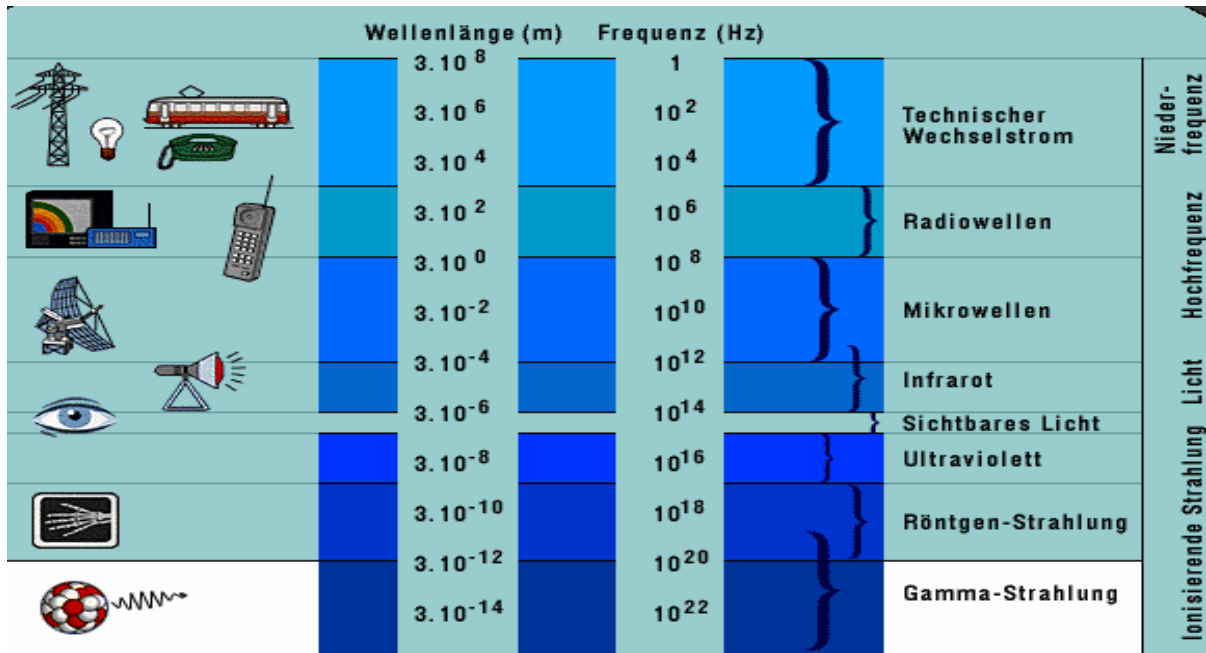


Der Hochfrequenzbereich beginnt bei ca. 30 kHz und endet bei 300 GHz (Mikrowellen).

Beide Feldarten vermischen sich dann zu einem elektromagnetischen Feld.

## Bezeichnung der verschiedenen Frequenzbereiche

Bezeichnung	Frequenz	Wellenlänge
Gleichstrom	0 Hz - 0 Hz	$10^8$ m = 100.000.000 m
Technischer Wechselstrom	0 Hz - 30 kHz	100.000 m - 10.000 m
Langwellen (LW)	30 kHz - 300 kHz	10.000 m - 1000 m
Mittelwellen (MW)	300 kHz - 3 MHz	1.000 m - 100 m
Kurzwellen (KW)	3 MHz - 30 MHz	100 m - 10 m
Ultrakurzwellen (UKW)	30 MHz - 300 MHz	10 m - 1 m
Dezimeterwellen, Ultra hohe Frequenzen (UHF)	300 MHz - 3 GHz	100 cm - 10 cm
Zentimeterwellen, Super hohe Frequenzen (SHF)	3 GHz - 30 GHz	10 cm - 1 cm
Millimeterwellen, Extrem hohe Frequenzen (EHF)	30 GHz - 300 GHz	10 mm - 1 mm



Die Übertragungstechnik arbeitet mit immer höheren Frequenzen, da die übertragbare Informationsmenge und die Bandbreiten der zu übertragenden Signale immer größer werden. Die im Mobiltelefonbereich verwendeten Frequenzen liegen bei 900 MHz, für das E plus 1800 MHz. Der in vielen Haushalten verwendete Mikrowellenherd arbeitet dagegen bei einer Frequenz von 2,45 GHz.

### Neue Probleme durch Transponder

Kontaktlose Chipkarten, Transponder und Tags - sind neue kontaktlose Identifikationssysteme und werden in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt: z. B. als Ticket im ÖPNV (Öffentlicher Personen-Nahverkehr), an Skiliften, als Zutrittsausweis zu Betrieben und Hotelzimmern, als elektronische Wegfahrsperrung, zur benutzergerechten Abrechnung von Müllbehältern und zur Objektidentifikation in Fertigungsstraßen. In den ersten Jahren wurden nur bei hochpreisigen Produkten wie Kleidung ein Transponder angeheftet, welcher an der Kasse wieder entfernt wurde. Mittlerweile sind neue Transponder als RFID so preiswert geworden, dass sie auch in normale Wäschestücke wie ein Unterhemd eingenäht werden und den Barcode ersetzen.



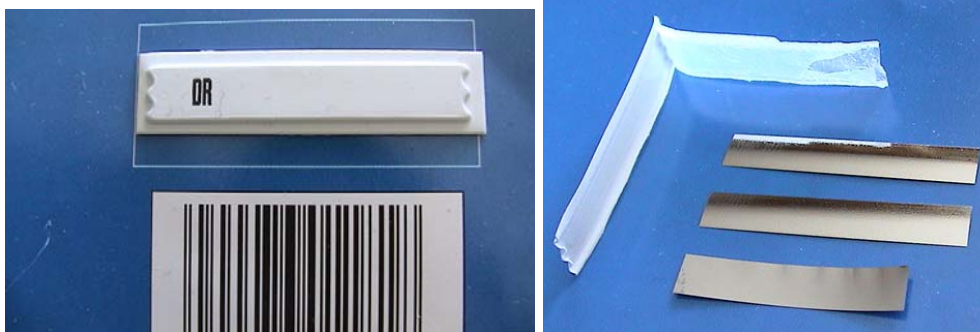
Diese Entwicklung basiert auf der RFID-Technologie (Radio Frequency Identification). Der Markt dafür ist in den vergangenen Jahren explodiert und wächst weiter.



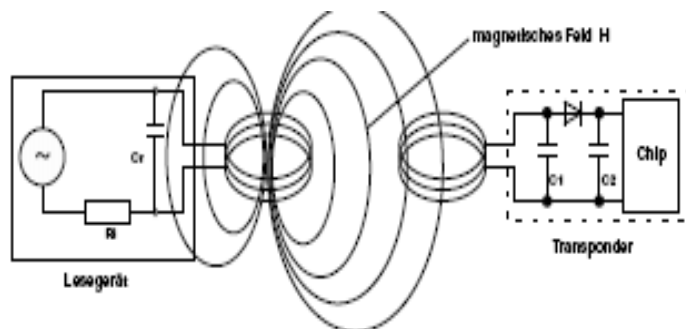
Warenkennzeichnungssysteme erhalten heute einen kleinen Resonanzkörper aufgebracht, welcher auf einer bestimmten Wellenlänge gefertigt wurde. Dazu sind 2 oder mehrere Metallfolien mit bestimmten Abmessungen voneinander isoliert in einer Umhüllung eingebracht und zum Beispiel in Kleidungen fest eingenäht oder auf Verpackungen fest aufgeklebt und dienen zur Warensicherung.

Sie wirken wie ein Kondensator mit einem spezifischen Frequenzband.

Unter der Bezeichnung R F I D kommen sie in Massen an die alltäglichen Produkte.



Erkennungsgeräte senden eine bestimmte Frequenz aus, welche vom Transponder reflektiert werden.



Die Frequenz des Magnetfelds kann je nach System bei 135 kHz ( Langwelle) oder auch bei 13,56 MHz ( Kurzwelle) liegen.

Wenn die Wellenlänge stimmt, so reagiert das RFID, kommt in Resonanz und lässt sich erkennen und auswerten. Bei diesem Erkennungsvorgang werden zum Teil erhebliche Energien in den Raum „geblasen“. Neue EMV Probleme in Supermärkten und Handelshäusern und Lagern sind damit vorprogrammiert.

Als Fazit ist auszuführen, dass sich schon der normale Elektriker mit Schwingungsmomenten in der Niederspannungstechnik auseinandersetzen und dazulernen muss.

Lage, den 11.04.2005