

# Elektromagnetische Verträglichkeit

Patrick Borchers  
Projektlabor SoSe 2014

# Inhaltsverzeichnis

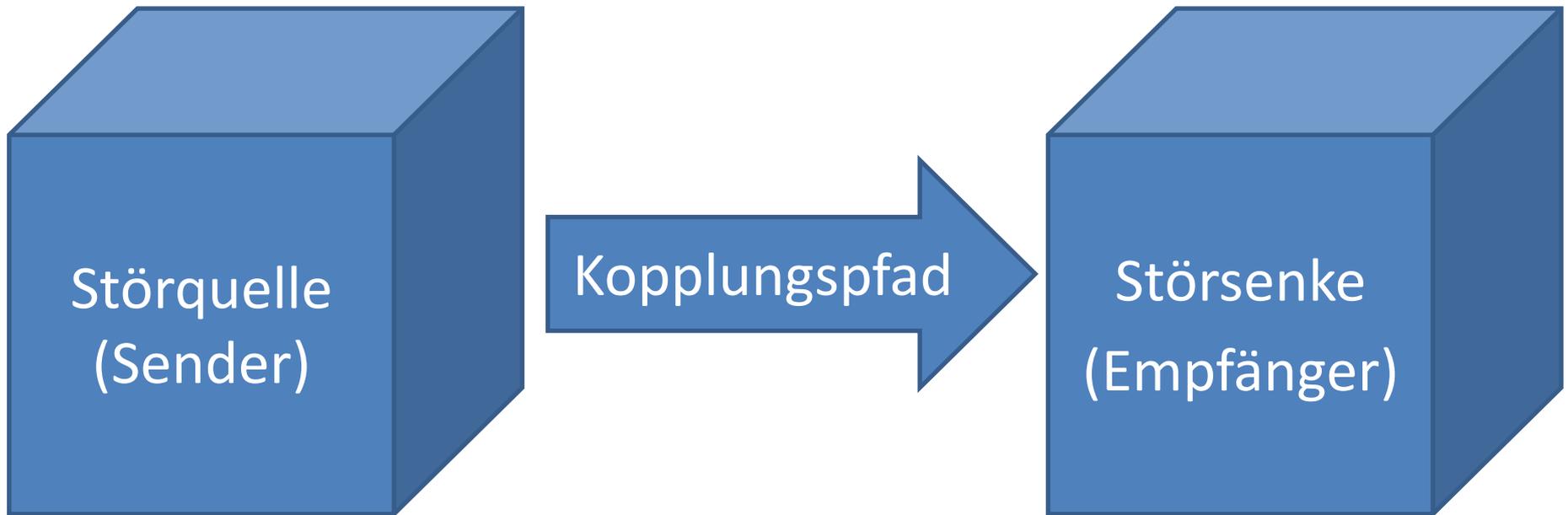
- 1.) Einleitung
- 2.) Grundlegende Theorie
- 3.) Kopplungsmechanismen
- 4.) Gesetzgebung
- 5.) Anwendung auf unser Projekt

# Einleitung

Definition nach den europäischen EMV-Richtlinien:

„EMV ist die Fähigkeit eines Apparates, einer Anlage oder eines Systems, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen Apparate, Anlagen oder Systeme unannehmbar wären“.

# Grundlegende Theorie



# Natürliche Störquellen

- Blitze
- Elektrostatische Entladungen
- Elektromagnetische Strahlung und magnetische Stürme im Weltall

# Technische Störquellen

- Computer
- Handy
- Elektromotoren
- Leuchtstoffröhren

# Natürliche Störsenke

- Alle Arten von Lebewesen

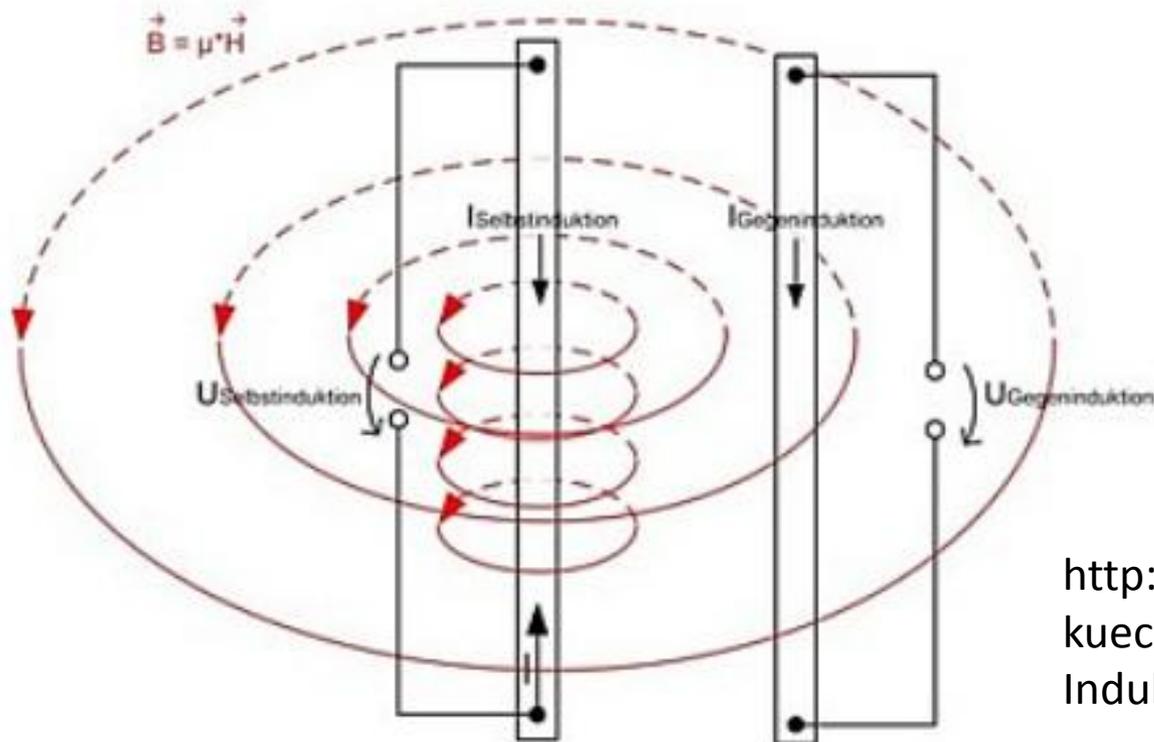
# Technische Störsenke

- Fernseher
- Radio
- Herzschrittmacher
- Sensoren für Airbags

# Grundlegende Gleichungen

## Induktionsgesetz

$$\oint_{\partial A} \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

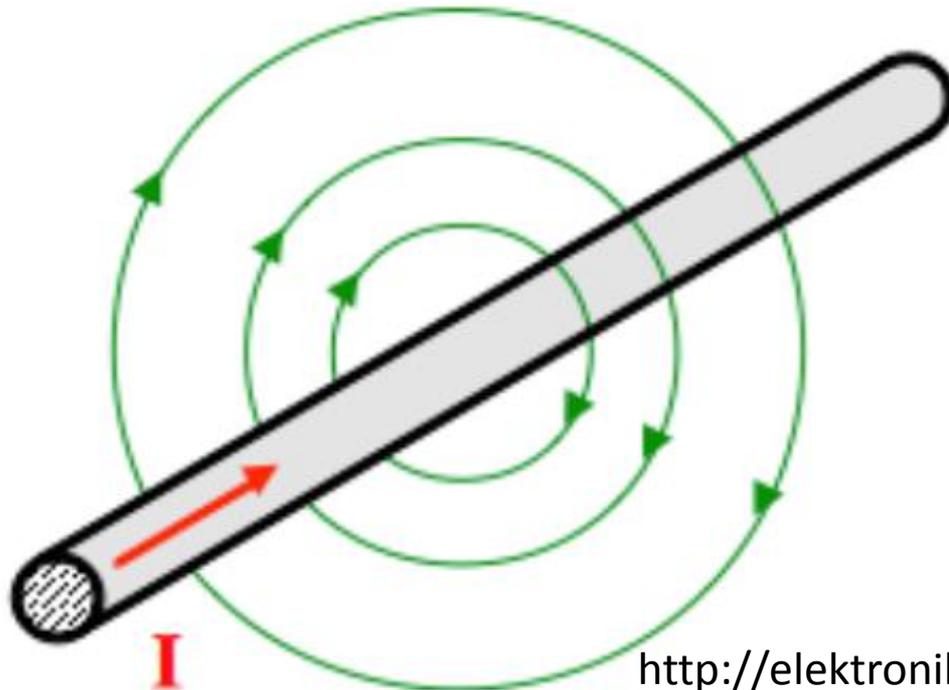


[http://www.marquardt-kuechen.de/wiki/images/Induktion\\_zeichnung.jpg](http://www.marquardt-kuechen.de/wiki/images/Induktion_zeichnung.jpg)

# Grundlegende Gleichungen

## Durchflutungsgesetz

$$\oint_{\partial A} \vec{H} \cdot d\vec{s} = N \cdot I$$



<http://elektronik-kurs.net/wp-content/uploads/2013/01/Bildschirmfoto-2013-01-25-um-14.27.08.png>

# Arten von Störungen

## Dynamische Störungen

- treten bei stromführenden Leitern auf, durch die ein zeitlich veränderlicher Strom fließt

## Statische Störungen

- treten bei zeitlich konstanten Feldern auf

# Arten von Störungen

## Leitungsgebundene Störungen

- sind direkt von der Störquelle über Leitungen zur Störsenke geführt

## Feldgebundene Störungen

- entstehen über elektromagnetische Felder
- z.B. Feld eines Kabels

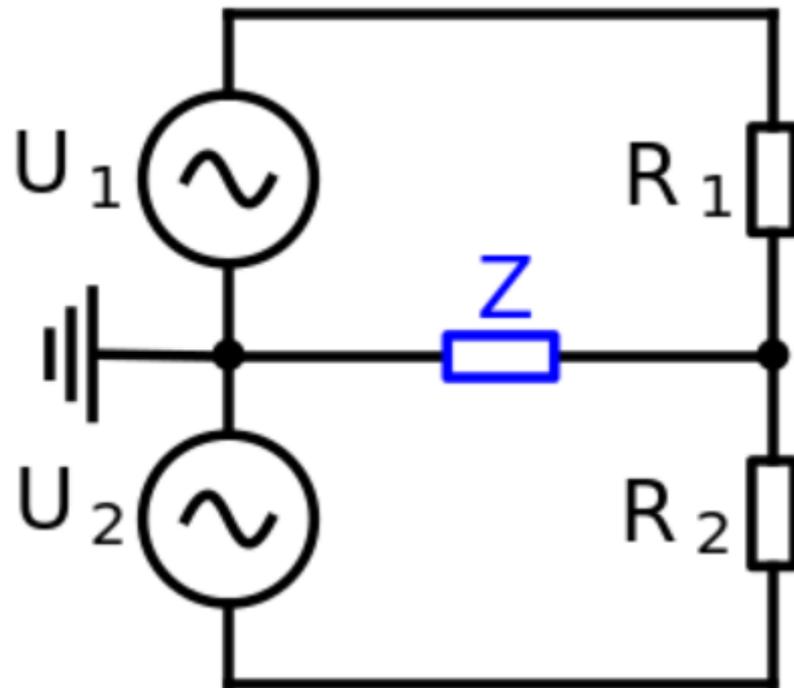
# Kopplungsmechanismen

- Galvanische Kopplung
- Kapazitive Kopplung
- Induktive Kopplung
- Strahlungskopplung

# Galvanische Kopplung

- technisch genauere Bezeichnung:  
Impedanzkopplung
- entsteht, wenn die Ströme zweier Stromkreise über eine gemeinsame Impedanz fließen
- Beispiele für solche Impedanzen:  
gemeinsame Bezugsleiter, ein gemeinsamer Hinleiter oder eine gemeinsam genutzte Masse verschiedener Stromkreise

# Galvanische Kopplung



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Prinzip\\_Galvanische\\_Kopplung.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Prinzip_Galvanische_Kopplung.svg)

# Galvanische Kopplung

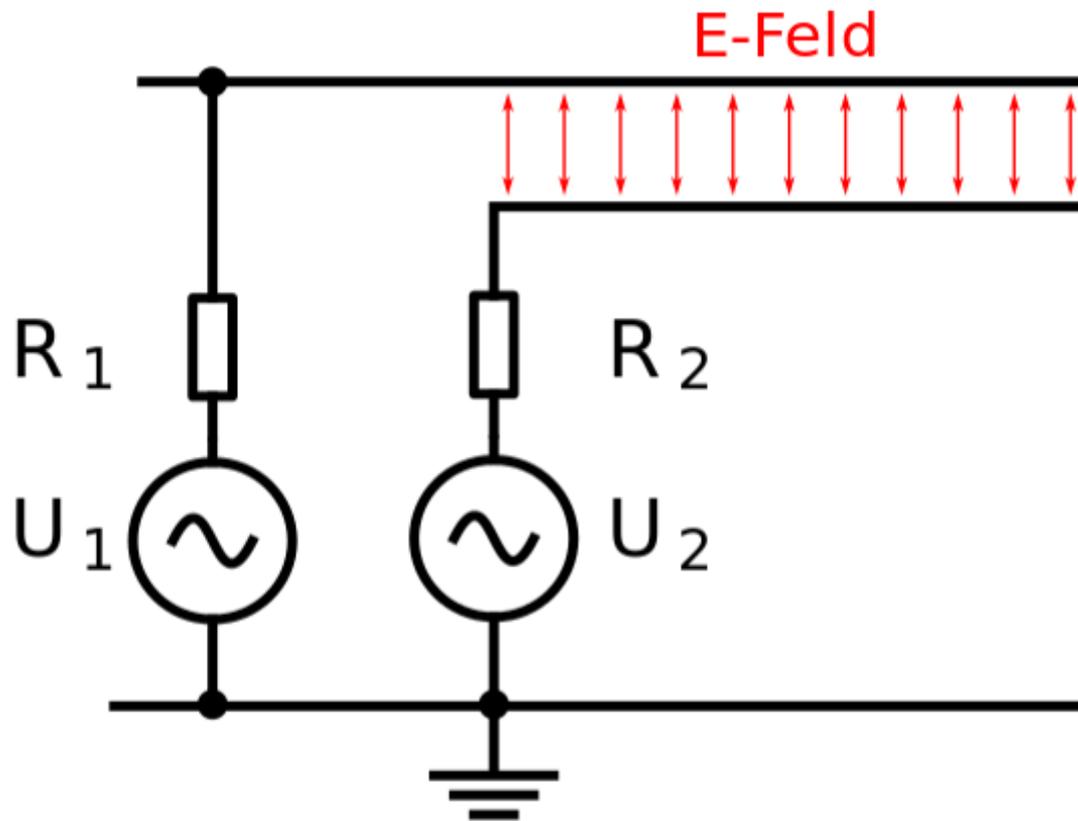
## Gegenmaßnahmen

- konsequente Potentialtrennung
- getrennte Leitungen für jeden Stromkreis
- mehrere Maschen nur in einem Sternpunkt verbinden
- großer Leitungsquerschnitt

# Kapazitive Kopplung

- Potentialdifferenz zweier Leitungen führt zur Ausbildung eines elektrischen Feldes
- bei zeitlicher Änderung des elektrischen Feldes können Verschiebungsströme auftreten
- hohe Frequenzen führen zu stärkerer kapazitiver Kopplung

# Kapazitive Kopplung



# Kapazitive Kopplung

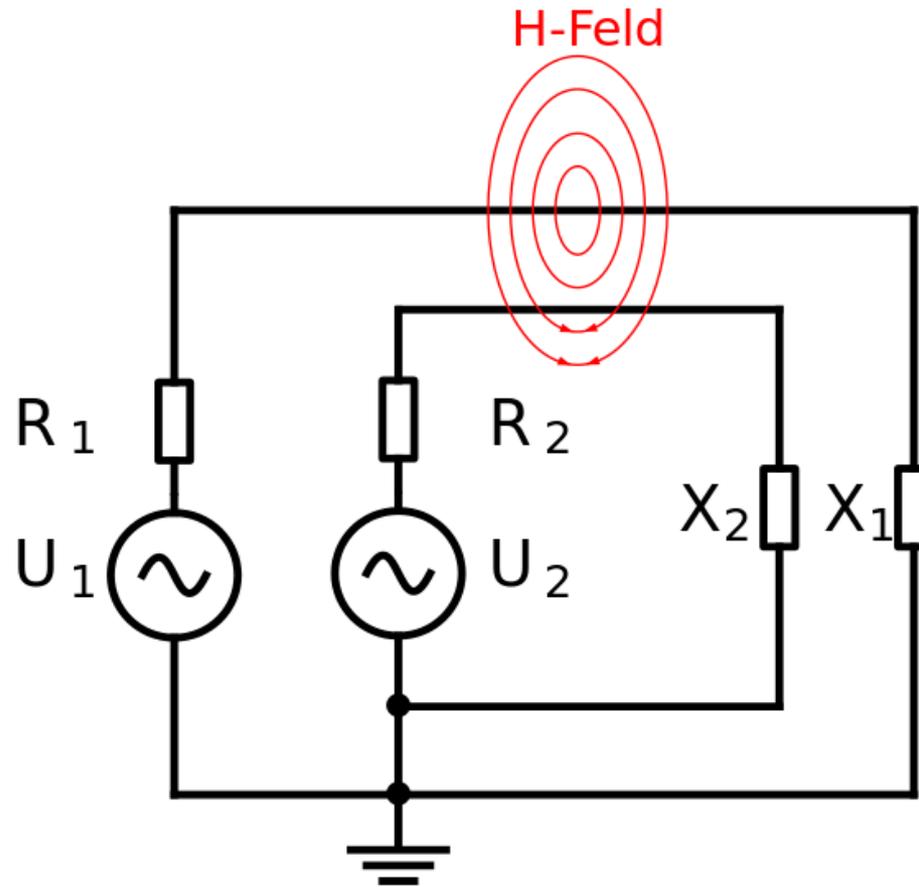
## Gegenmaßnahmen

- Verwendung niedriger Frequenzen
- großer Abstand zwischen Leitungen
- räumliche Trennung von empfindlichen Bauelementen zu anderen Bauteilen
- Schirmung

# Induktive Kopplung

- gegenseitige Beeinflussung zweier elektrischer Stromkreise aufgrund einer magnetischen Flussänderung
- vor allem für Transformatoren genutzt
- aufgrund eines Wechselstroms in einem Leiter wird in einem dazu parallel liegenden Leiter eine Spannung induziert, da sich das ihn durchsetzende Magnetfeld ständig ändert

# Induktive Kopplung



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Prinzip\\_Induktive\\_Kopplung.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Prinzip_Induktive_Kopplung.svg)

# Induktive Kopplung

## Gegenmaßnahmen

- Verwendung kurzer Leitungen
- verdrehte Leiter
- Hin- und Rückleiter liegen nahe nebeneinander
- Gleichstrom
- Schirmung
- Leitungen nicht parallel zueinander verlegen

# Strahlungskopplung

- durch elektromagnetische Felder verursacht
- hohe Ströme führen zu hoher magnetischer Störung
- hohe Spannungen führen zu hohen elektrischen Feldern
- breitet sich wie eine Welle im Raum aus

# Strahlungskopplung

## Gegenmaßnahmen

- HF-dichte Gehäuse gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- Verwendung guter Leitungsschirme
- Schaltvorgänge so langsam wie möglich durchführen

# Gesetzgebung

- VDE und DKE in Deutschland für Normen zur EMV zuständig
- internationale Organisationen:  
IEC, CENELEC und CISPR
- Geräte aus verschiedenen Ländern dürfen sich nicht gegenseitig stören
- Kontrolle der Normen:  
Bundesnetzagentur, Bundesamt für Strahlenschutz und Bundeswehr

# Gesetzgebung

Gerätetyp (Auswahl)	Verträgliche Mindest-Störfeldstärke	Normen
Unterhaltungselektronik	3 V/m	EN 55020, VDE 0872 Teil 20
Haushalts-Elektrogeräte	3 V/m	EN 55014-2, VDE 0875 Teil 14-2
Geräte der Informationselektronik	3 V/m	EN 55022/55024
Medizinische Geräte	3 V/m 10 V/m bei 800 - 2000 Mhz für lebenserhaltende Systeme	EN 60601-1-2, VDE 0750 Teil 1-2
Industrieelektronik	10 V/m	EN 50082-2, VDE 0839 Teil 82-2 (Fachgrundnorm)
Fahrzeugelektronik	Bis 100 V/m	Verschiedene
Flugzeugelektronik	Bis 600 V/m, je nach Art der Anlage	
Militärelektronik	Bis 5670 V/m Spitzenwert (USA)	

Verträgliche Mindest-Störfeldstärken unterschiedlicher elektrischer Anlagen im Frequenzbereich 900 - 2000 MHz

<http://www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/redir.htm?http://www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/technik/emv.htm>

# Bezug zu unserem Projekt

- Metalldetektor verwendet große gewollte Magnetfelder
- Schirmung gegenüber anderen Baugruppen von „Search-E“ erforderlich!!!

# Bezug zu unserem Projekt

## Regeln beim Platinenlayout

- Verwendung einer Masseplatte
- keine ungeerdeten Kupferleitungen verwenden
- digitale und analoge Teilschaltung möglichst weit voneinander trennen
- Masseleitung um Teilschaltung herumgelegt, wirkt wie Faraday'scher Käfig

# Bezug zu unserem Projekt

## Regeln beim Platinenlayout

- lange Leitungen vermeiden
- Signalleitungen sollten nicht parallel verlaufen
- SMD Bauteile haben eine geringe parasitäre Induktivität und deshalb eine bessere EMV
- miteinander über die Betriebsspannung gekoppelte Teilschaltungen sollten durch Stützkondensatoren stabilisiert und gefiltert werden

# Quellen

- [http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische\\_Vertr%C3%A4glichkeit](http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische_Vertr%C3%A4glichkeit)
- <http://www.demvt.de/>
- Skript vom Modul „Praktikum Grundlagen und Bauelemente“
- <http://www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/redirect.htm?http://www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/technik/emv.htm>