

# Elektromagnetische Verträglichkeit

# Gliederung

- Definition
- EMV im Alltag
- Theorie
- Ursachen
- Maßnahmen zur Verbesserung
- Bezug zum Projekt

# Definition

- **EMV:** „ ...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.“ (**EMV-Richtlinie 89/336/EWG bzw. EMVG**)

# Schutzanforderungen

- Störaussendungen des Systems:  
In der Umgebung vorhandene Betriebsmittel werden nicht wesentlich funktional beeinflusst
- Funktionalitätsbeeinträchtigung auf das System selbst:  
Zu erwartende Störung auf das System darf dessen Funktion nicht beeinflussen

# EMV im Alltag

- Das Radio knistert während eines Telefonats mit dem Handy
- Bei laufender Klimaanlage im Krankenhaus ist die Auflösung des Kernspin-Tomographen schlechter
- In englischen Streifenwagen wurde die Zentralverriegelung durch Funkgeräte blockiert
- Bei Handy-Anruf (ohne Freisprechanlage) schaltet das Automatikgetriebe einen Gang zurück
- beim Einschalten der Energiesparleuchte (aus China) spielt die Waschmaschine verrückt

# Gewollte und ungewollte Strahlung und Empfindlichkeit

- EMV umfasst sowohl gewolltes als auch ungewolltes Eindringen von elektromagnetischer Strahlung in ein System:
  - Handys und Radiosender strahlen gewollt stark
  - Radioempfänger sind gewollt empfindlich für die Signalaufnahme
  - Umrichter und Schaltnetzteile strahlen ungewollt stark

Theorie

# Elektromagnetische Aussendung (EMA)

- Unerwünschte Aussendungen von Anlagen, welche nicht deren Funktion entsprechen
- Weitestgehend schwer zu vermeiden, da permanente Strahler (z.B. Handys) nicht mehr aus dem Alltag wegzudenken sind



# Elektromagnetische Beeinflussbarkeit (EMB)

- Störsicherheit: Fähigkeit eines Gerätes, trotz von außen zugeführter Störsignale zufriedenstellend zu funktionieren
- Durch verschiedenste Maßnahmen gut eindämmbar

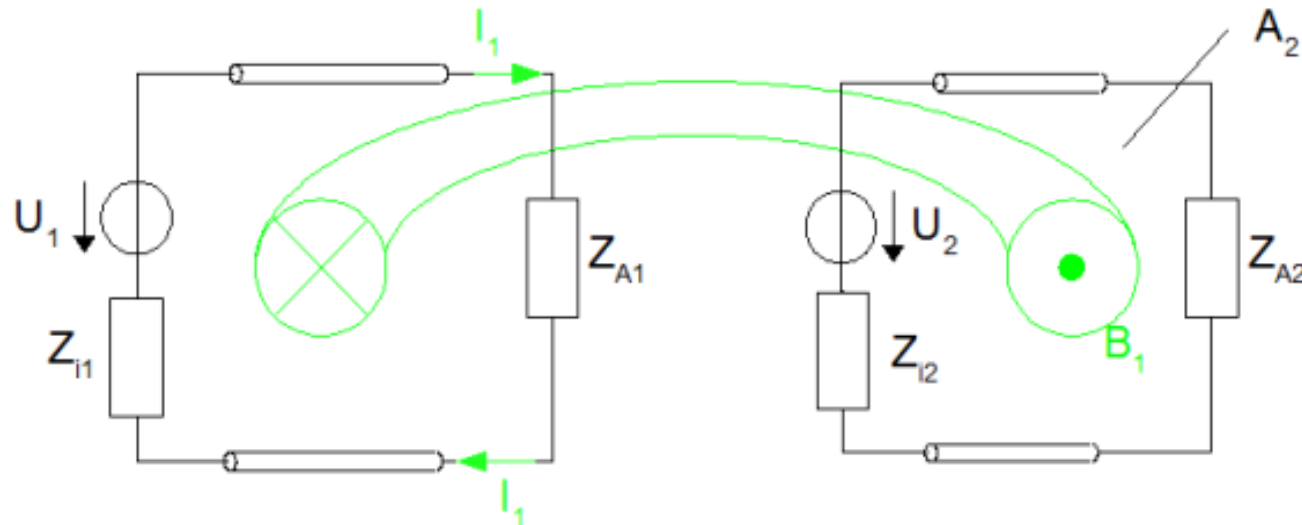
Gerätetyp (Auswahl)	Verträgliche Mindest-Störfeldstärke	Normen
Unterhaltungselektronik	3 V/m	EN 55020, VDE 0872 Teil 20
Haushalts-Elektrogeräte	3 V/m	EN 55014-2, VDE 0875 Teil 14-2
Geräte der Informationselektronik	3 V/m	EN 55022/55024
Medizinische Geräte	3 V/m 10 V/m bei 800 - 2000 Mhz für lebenserhaltende 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-Störfeldstärke

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

# Ursachen am Beispiel

- Durchflutungsgesetz: Ströme führen zu einer magnetischen Feldstärke in der jeweils anderen Schaltung
- Induktionsgesetz: Je eine Spannung wird in der jeweils anderen Schaltung induziert → Wechselwirkung



Schaltungen können sich - aufgrund ihres realen Aufbaus - **gegenseitig beeinflussen**, auch dann, wenn laut Schaltplan gar keine Übertragungswege existieren dürften.

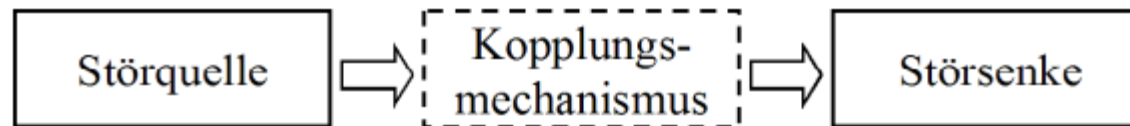
# Störkopplungsmodell



Ein technisches Gerät kann sowohl Störquelle (Verursacher eines Störsignals) als auch Störsenke (Empfänger eines Störsignals) sein.

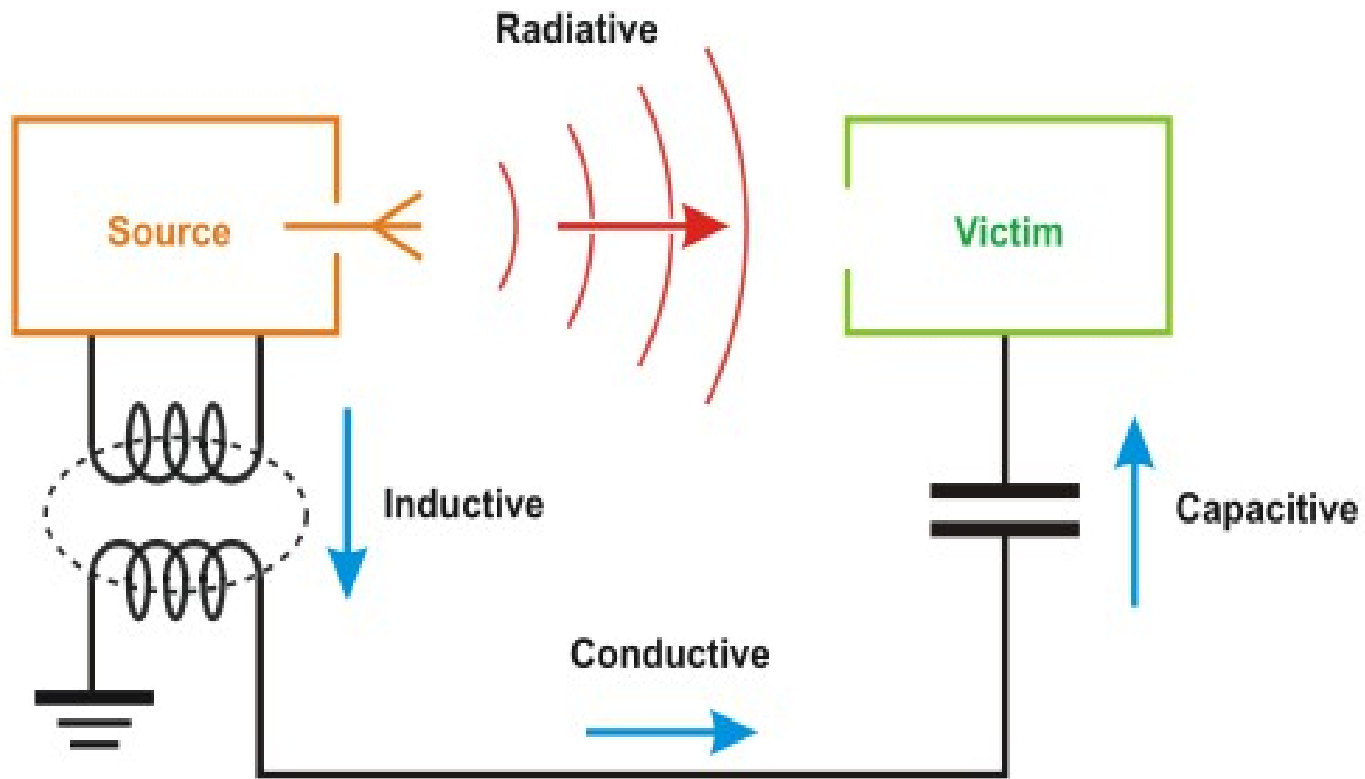
[http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript\\_efv.pdf](http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript_efv.pdf) S. 48

# Störkopplungsmodell



Übertragung der Störung über verschiedene Kopplungsmechanismen

[http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript\\_efv.pdf](http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript_efv.pdf) S. 49



## Verschiedene Störkopplungsarten

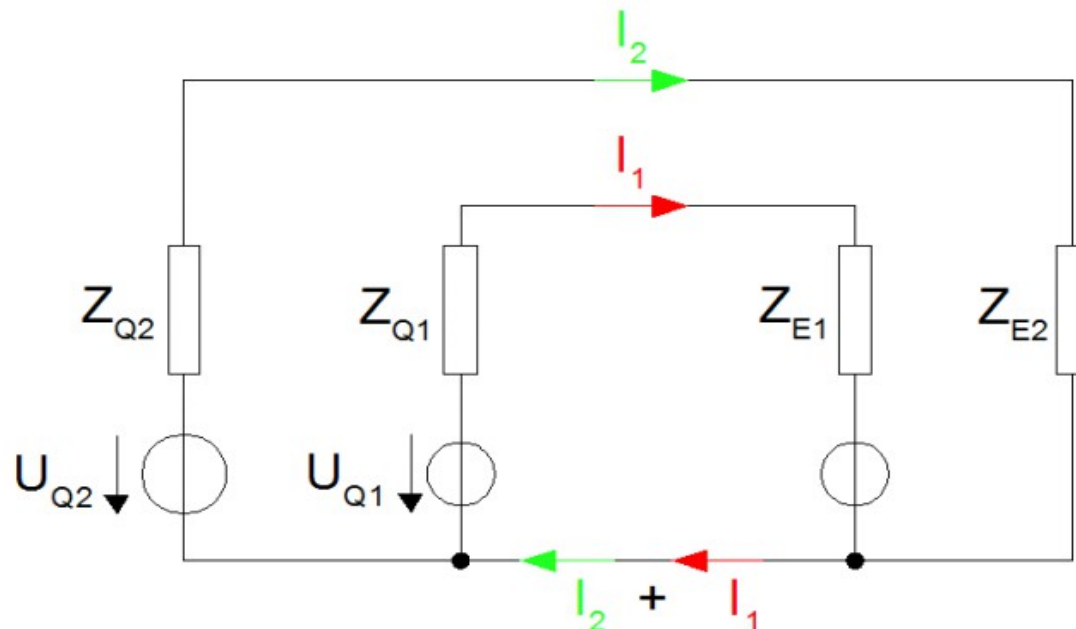
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/EMI\\_coupling\\_modes.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/EMI_coupling_modes.svg)

# Störkopplungsarten

- Galvanische Kopplung (leitungsgebunden)
- Kapazitive Kopplung(E-Feld)
- Induktive Kopplung(H-Feld)

# Galvanische Kopplung

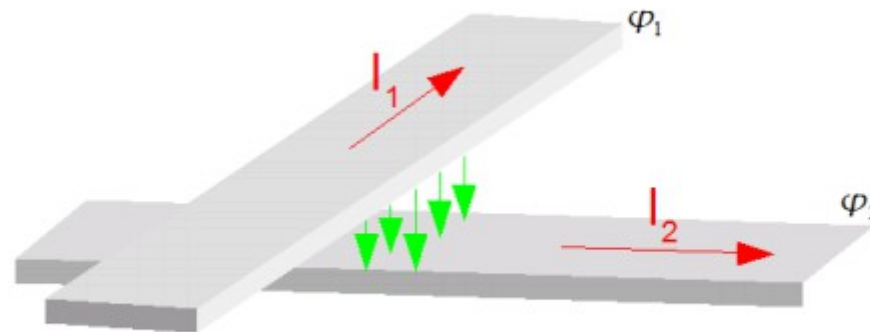
- Kopplung mittels einer gemeinsamen Impedanz
  - Nicht idealer gemeinsamer Bezugsleiter → Induktivität
  - Maßnahmen: Große Massefläche, Abblockkondensatoren, Getrennte Versorgungsleitungen für jedes Schaltungsteil





# Kapazitive Kopplung

- Leiter unterschiedlichen Potentials erzeugen ein E-Feld → Streukapazität

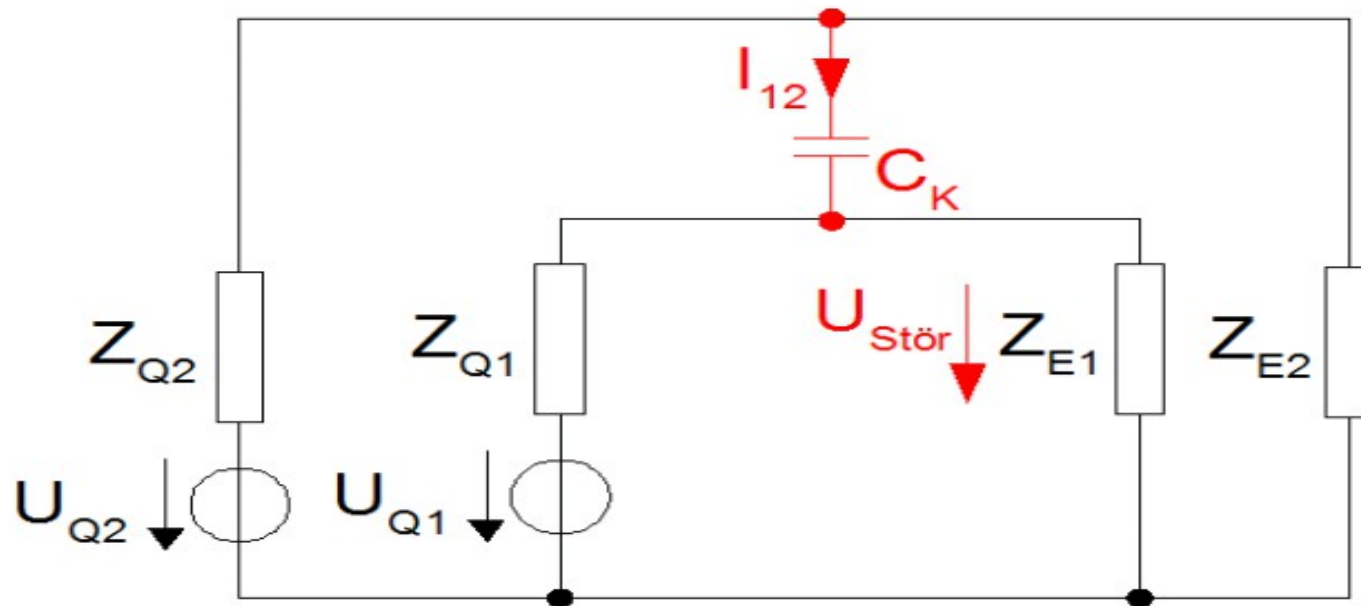


[http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript\\_efv.pdf](http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript_efv.pdf) S. 73

# Kapazitive Kopplung

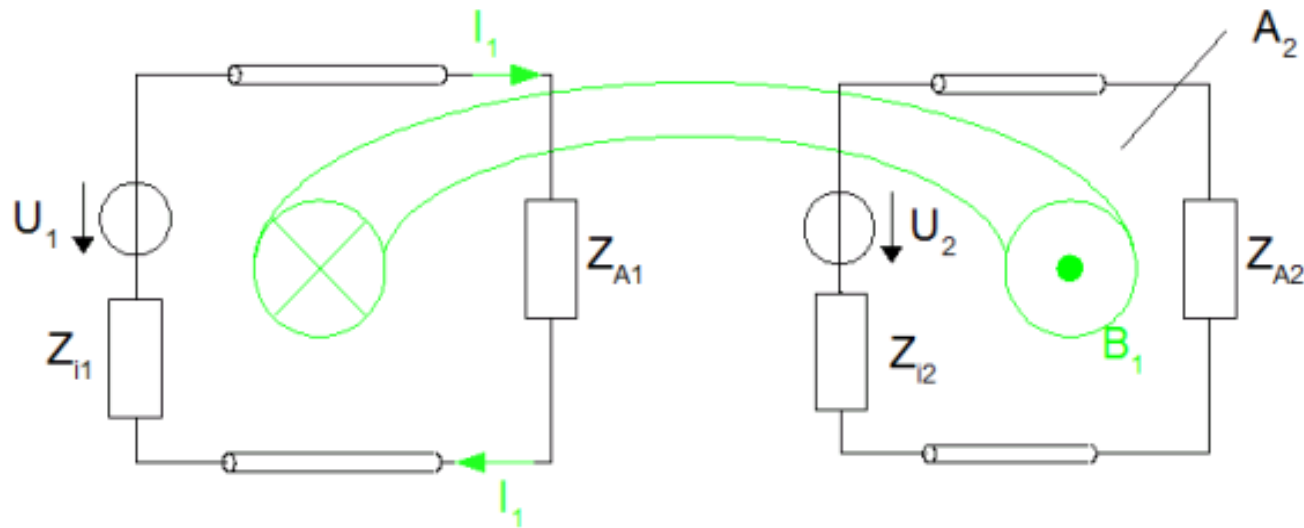
Maßnahmen: Nach der Formel für die Kapazität eines Plattenkondensators folgt die Maßnahme einer geringen Überdeckung der Leiterflächen mit großem Abstand, Geerdeter Schirm

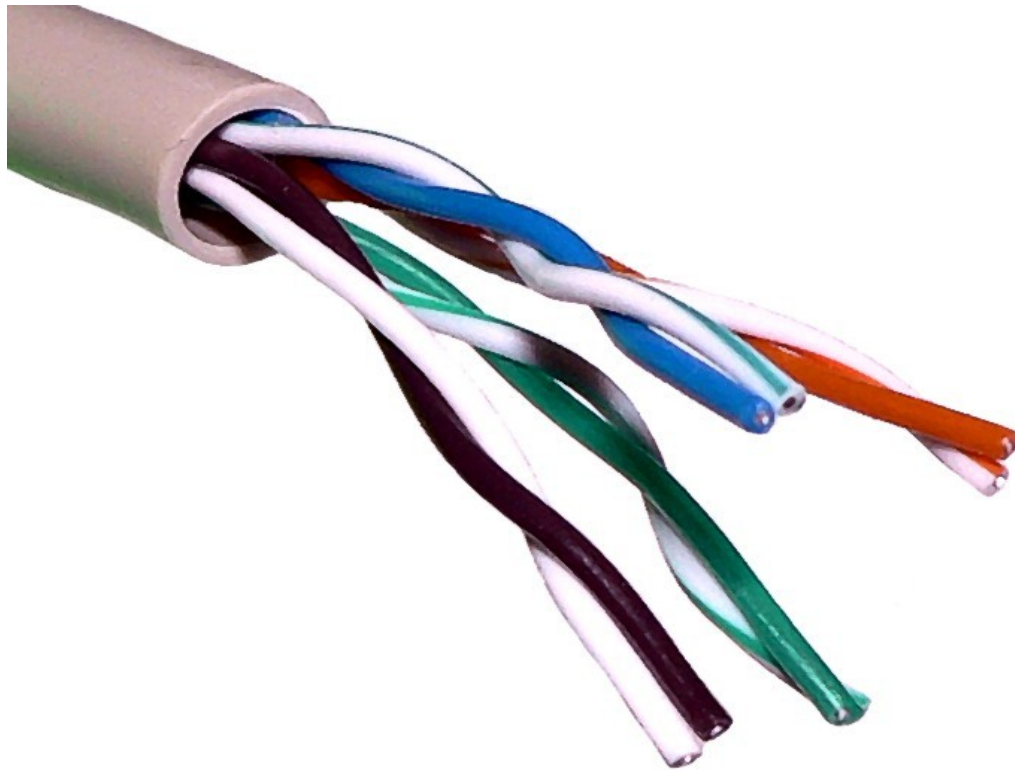
$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$



# Induktive Kopplung

- Externe und interne Magnetfelder führen zu ungewollten induzierten Spannungen
- Maßnahmen: Verdrillen, Kurzschlussringe





## Verdrilltes Kabel

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/UTP\\_cable.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/UTP_cable.jpg)

# Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der EMV

- Schirmung
- Filterung
- Verwendung symmetrischer Signale
- Massegebung
- Vermeidung weitläufiger Störstromschleifen

# Bezug zu unserem Projekt

Wie können wir unsere Schaltungen so entwerfen, dass die EMV „gut“ ist?

# Bezug zu unserem Projekt

- Masseplatte
- Kurze Leitungen
- Masseleitung um Teilschaltungen
- Stützkondensatoren zwischen Teilschaltungen
- Keine parallelen Signalleitungen(auf einer Platine meist nicht realisierbar)

# Quellen

- [http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript\\_efv.pdf](http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/lehr/gustrau/medien/skript_efv.pdf)
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische\\_Vertr%C3%A4glichkeit](http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische_Vertr%C3%A4glichkeit)
- <http://www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/redirect.htm?http://www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/technik/emv.htm>
- Skript, Praktikum Grundlagen und Bauelemente, TU Berlin, WS 2012
- <http://www.magnetec.de/fileadmin/pdf/emv.pdf>