

# Schirmung

Der Unterschied zwischen gedämpfter und ungedämpfter Feldstärke wird durch die **Schirmdämpfung**  $S_e$ ,  $S_m$  beschrieben.



$$S_e = \frac{|E_a|}{|E_i|}$$



$$S_m = \frac{|H_a|}{|H_i|}$$

oder logarithmisch



$$a_{se} = 20 \lg S_e$$

(100 - 130) dB



$$a_{sm} = 20 \lg S_m$$

(20 - 100) dB

e = elektrisch  
m = magnetisch  
a = außen  
i = innen

# Schirmung

Es wird unterschieden zwischen:

Gleich- bzw. niederfrequente  
Felder < 10 kHz

höherfrequente Felder

Elektr. Felder

Magn. Felder

Schirmwirkung  
durch Induzierung  
von Ladungen  
(Farady Käfig) ->  
hohe **elektrische  
Leitfähigkeit.**

$$E_i = 0$$

Schirmwirkung  
durch Einsatz von  
Materialien mit  
hoher **magnetische  
Leitfähigkeit.**

$$H_i < H_a$$

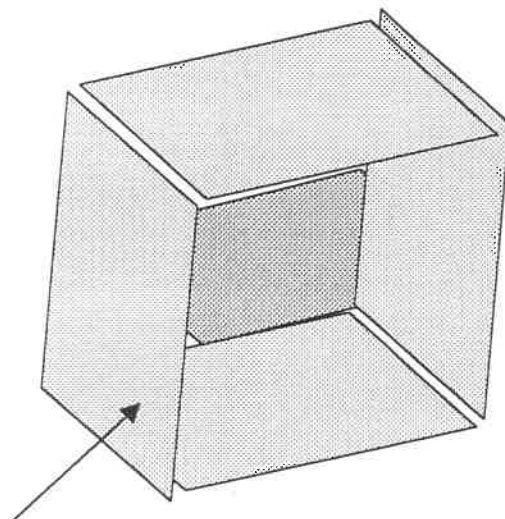
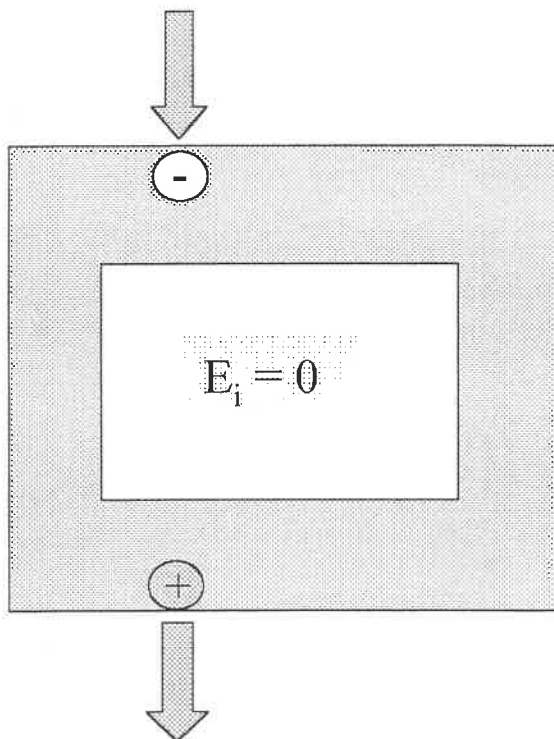
Schirmwirkung im  
wesentlichen durch  
Wirbelströme.

# Schirmung

**Gleich- bzw. niederfrequente  
Felder < 10 kHz**

**Elektr. Felder**

**Schirmwirkung durch Induzierung von Ladungen (Farady Käfig).**



**Bleche die nicht miteinander  
verbunden sind, bieten keine  
Abschirmung.**

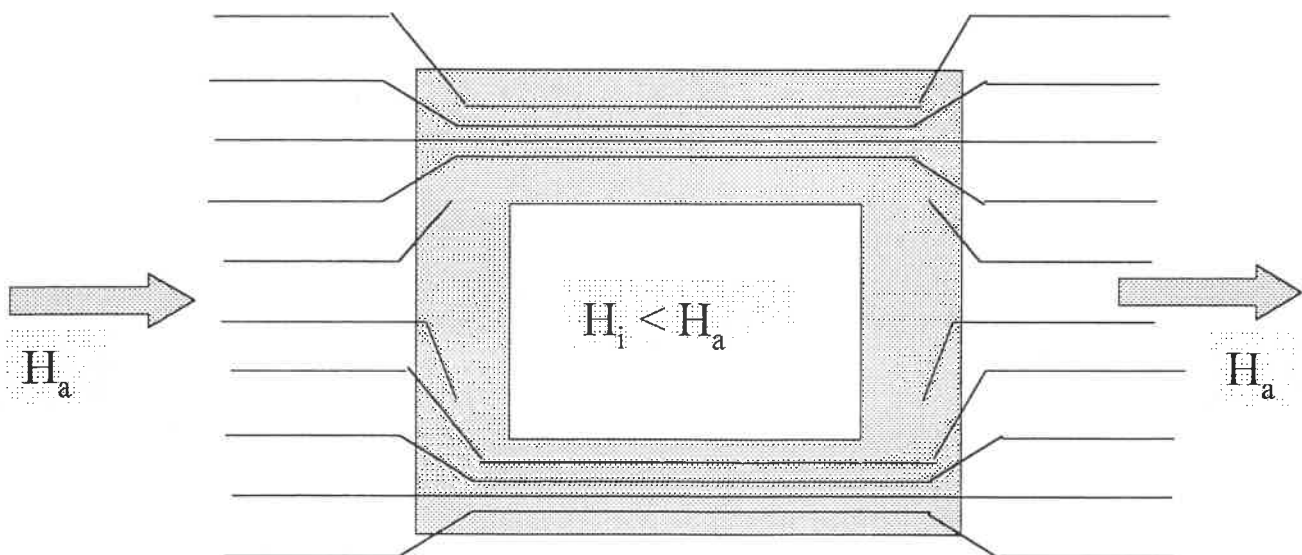
**Ein Faradayscher Käfig braucht keine  
Erdung, um Felder abzuschirmen.**

# Schirmung

Gleich- bzw. niederfrequente  
Felder  $< 10 \text{ kHz}$

Magn. Felder

Schirmwirkung durch Materialien mit geringem magnetischen Widerstand (hohe Permeabilität  $\mu$ ). Sie leiten die magnetischen **Feldlinien besser** als Luft, folglich wird das innere Feld geschwächt.



Magnetische Feldlinien sind immer geschlossen.

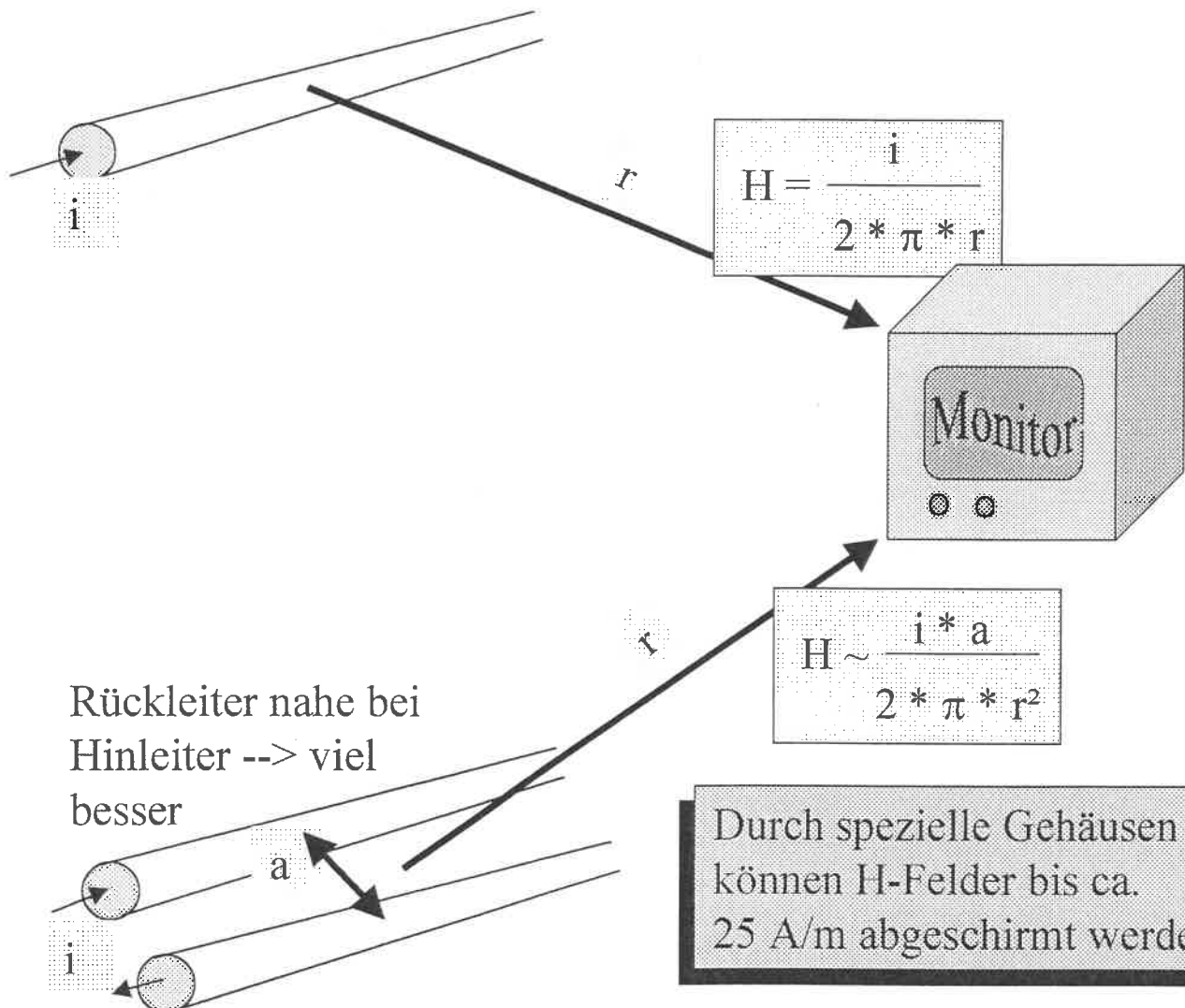
Niederfrequente Magnetfelder sind schwierig zu dämpfen!

# Schirmung

**Gleich- bzw. niederfrequente magnetische Felder < 10 kHz**

Der Elektronenstrahl normaler Monitore wird bei einem H-Feld ab ca. 0,8 A/m direkt beeinflusst. Wobei 21 Zoll Monitore in der Regel empfindlicher sind als 15 Zoll Monitore.

Rückleiter weiter weg, H-Feld ist nur lineare Abhängigkeit von r.





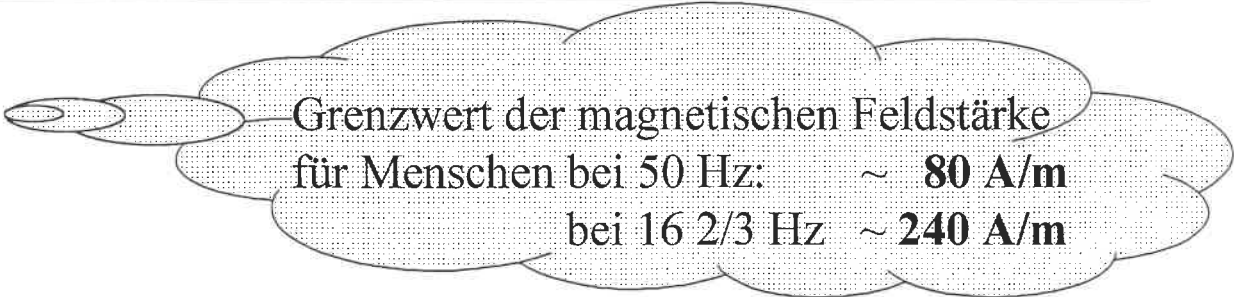
# Schirmung

**Gleich- bzw. niederfrequente magnetische Felder < 10 kHz**

Ist geplant in Räumen mit starken niederfrequenten Magnetfeldern (z.B. Galvanisierungsanlagen, Trafos, Schaltanlagen) Monitore zu betreiben, empfiehlt es sich vor dem Einsatz die Magnetfelder zu messen bzw. durch "Probe-Aufstellen" eines Monitors die Beeinflussung zu prüfen. Oftmals kann dann noch zum Nulltarif durch kleine Platzwechsel die Problematik beseitigt werden.

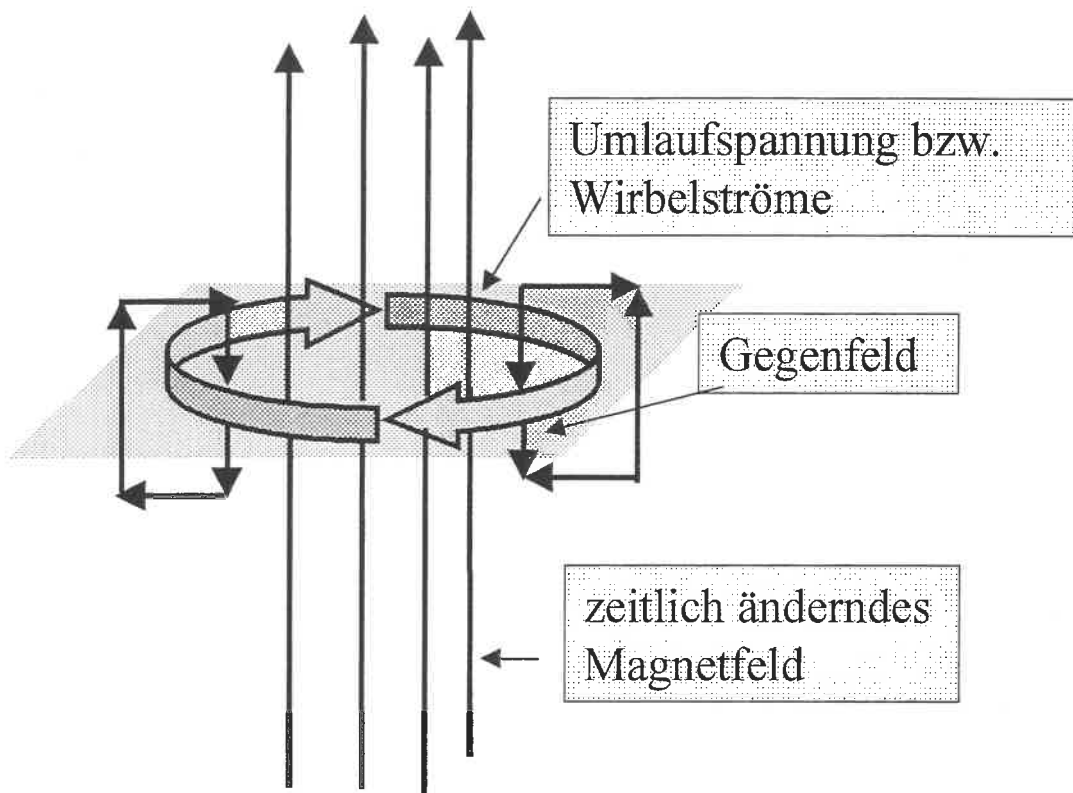
LCD-Monitore sind gegenüber niederfrequente Magnetfelder unempfindlich und könnten eine Alternative sein.

In Spezialfällen kann eine Raumschirmung (Material ca. 1500 .-DM/m<sup>2</sup>) sinnvoll sein, die aber ein Fachmann planen sollte.



Grenzwert der magnetischen Feldstärke  
für Menschen bei 50 Hz: ~ 80 A/m  
bei 16 2/3 Hz ~ 240 A/m

# Schirmung



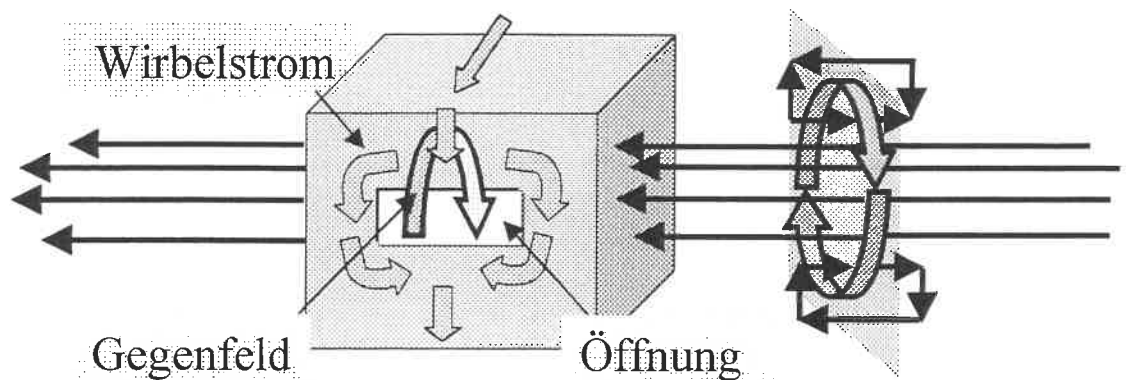
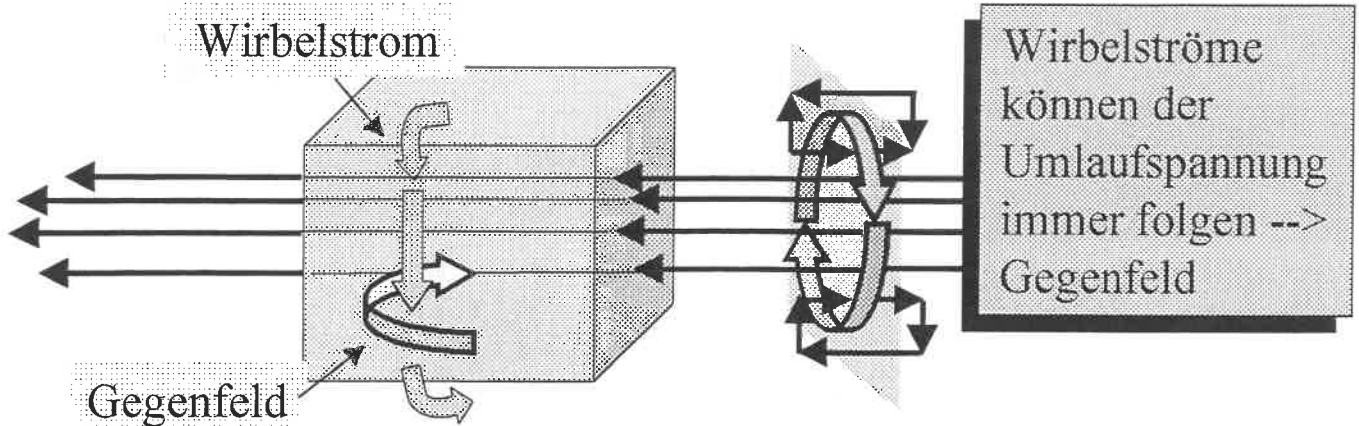
Immer wenn sich ein Magnetfeld (exakt: Flußlinien-dichte  $B$ ) zeitlich ändert, wird senkrecht dazu eine Umlaufspannung erzeugt.

Trifft diese Umlaufspannung auf eine leitende Fläche bzw. Leiter werden Umlaufströme sprich "Wirbelströme" erzeugt.

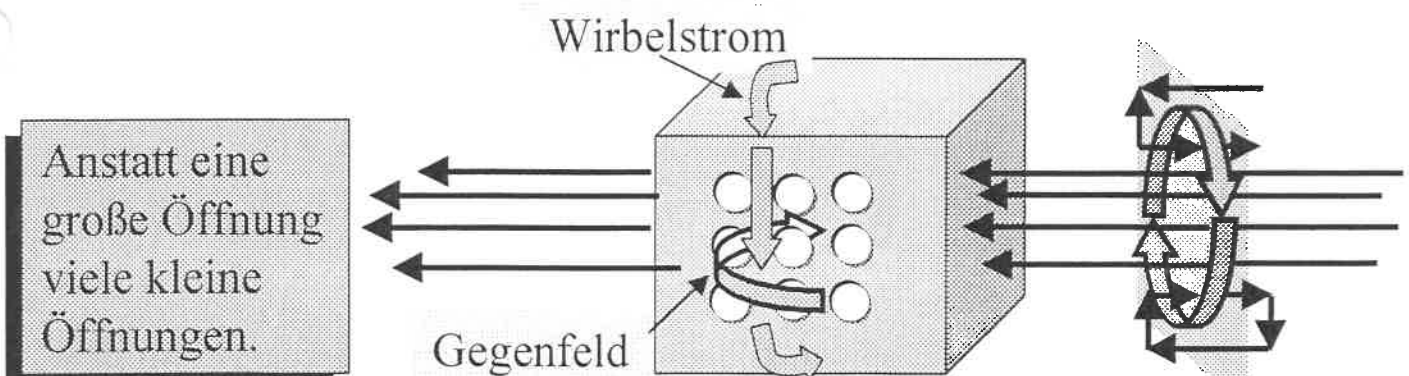
Diese Wirbelströme erzeugen nach der Lenzschen Regel ein magnetisches Feld, welches der Ursache entgegengerichtet ist und folglich schwächt.

In einem Trafoschenkel ist dieser Effekt sicherlich nicht erwünscht, aber bei der Schirmung von großem Vorteil!

# Schirmung



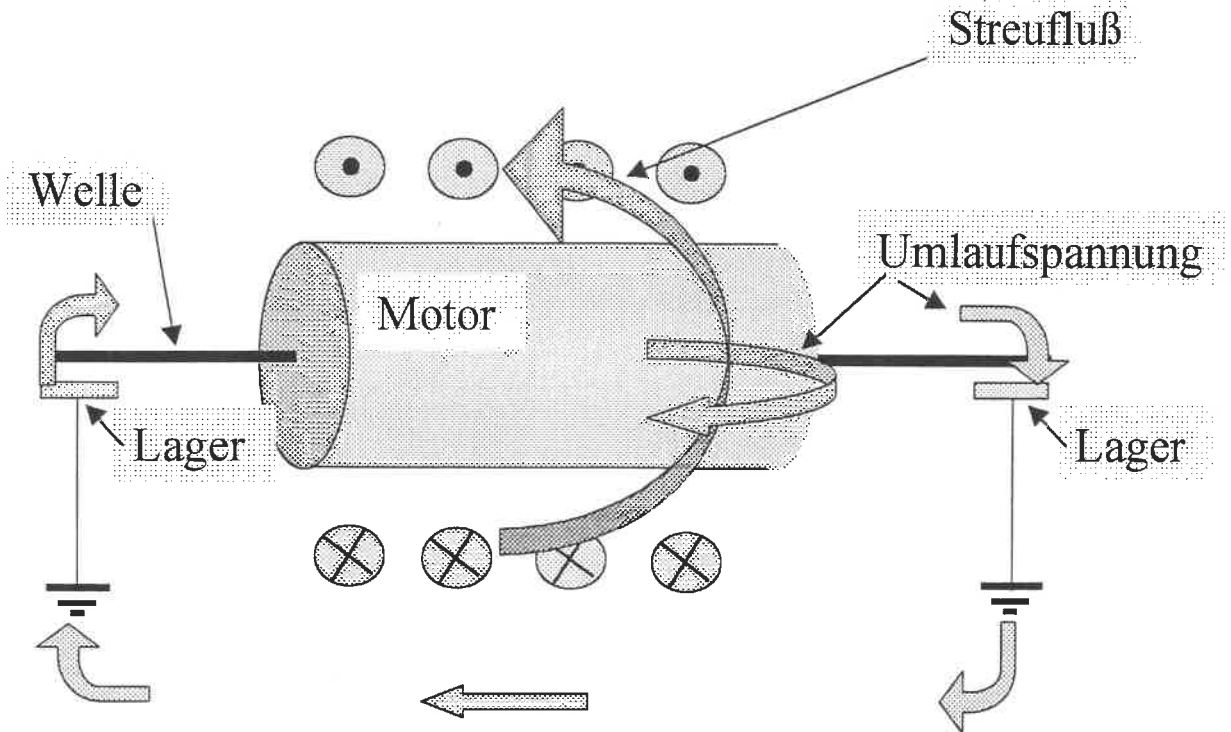
Wirbelstrom wird um die Öffnung geleitet --> entstehendes Feld zeigt in die falsche Richtung --> keine Feldreduzierung



Der Wirbelstrom kann immer der Umlaufspannung folgen --> Gegenfeld wird richtig erzeugt



# Schirmung



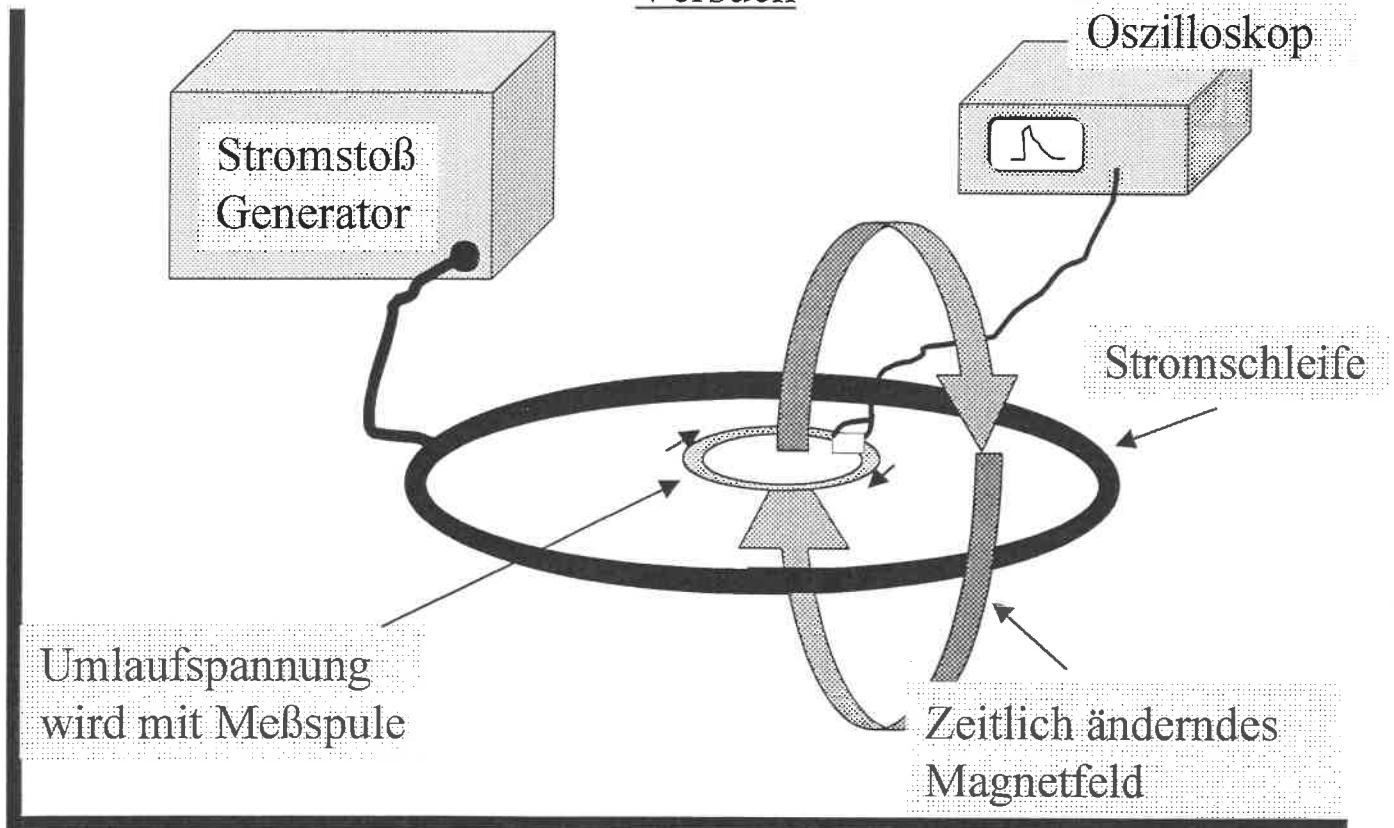
Der Streufluß bei großen Motoren erzeugt Umlaufspannungen. Falls die Öl-Lager nicht isoliert sind, können sie durch die nun entstehenden Wirbelströme zerstört werden.

Abhilfe:

**Wenigsten ein Lager isolieren oder eine isolierte Kupplung einbauen. Andere Möglichkeit: Lager mit Schleifringen überbrücken.**

# Schirmung

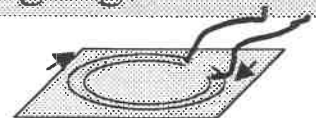
## Versuch



Kurzschlußring wird über die Meßspule gelegt



Kupferblech wird über die Meßspule gelegt



In beiden Fällen erfolgt eine Reduktion des ursprünglichen Feldes (Wirbelströme erzeugen Gegenfelder).

Leitungen nahe an Metall (Gehäuse) plazieren.  
Auf Baugruppen Potentiallagen verwenden.

# Schirmung

**Öffnungen** in geschirmten Gehäusen, Kabinen etc. vermindern normalerweise die Schirmdämpfung.

Durch Einsatz von **Hohlleitern**, die unterhalb ihrer Arbeitsfrequenz betrieben werden, wird dieser Nachteil vermieden!

## Kochrezept zur Dimensionierung

Grenzfrequenz  $f_g$  von Kabine, bzw. Gehäuse ermitteln.

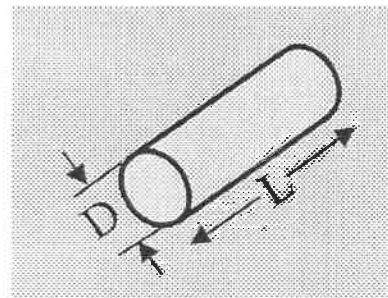
Maximaler Öffnungsdurchmesser  $D_{\max}$  ermitteln

$$D_{\max} < 0,5 * \lambda_g \quad \lambda_g = c / f_g$$

$$D_{\max[\text{cm}]} < 15 / f_{g[\text{GHz}]}$$

Länge  $L$  des Rohres ermitteln

$$L = 5 * D_{\max}$$



Muß der Öffnungsdurchmesser  $D > D_{\max}$  sein, Gesamtöffnung in mehrere kleine Öffnungen aufteilen (Wabenkamine).

Falls sich ein Leiter im Rohr befindet ist die Schirmwirkung erheblich reduziert.

# Schirmung

**Transformatoren** übertragen im höheren Frequenzbereich auch **Gleichtaktsignale**. Ursache sind die Streukapazitäten (ca. 100 pF) zwischen den Wicklungen.

Durch Schirmwicklungen (Bypass) wird die Übertragung der Gleichtaktsignale erheblich vermindert.

