1.4. Modellierung elektromagnetischer Felder zur Simulation und Optimierung elektromagnetischer Produkte und Prozesse

- Startpunkt sind die Maxwell-Gl. aus Folie 12c:

  $\mathrm{div}\, B = 0 \Rightarrow \exists$ Vektorpotential $A = (A_1, A_2, A_3)^T$:

  $\nabla \cdot B = 0 \qquad B = \mathrm{curl}\, A = \mathrm{rot}\, A = \nabla \times A$

- Damit lassen sich die Maxwell-Gleichungen auf das folgende System PDgl. (PDEs) führen:

ZB:
$$\overset{\text{Permittivität}}{\varepsilon} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} + \overset{\text{el. Leitf.}}{\sigma} \frac{\partial A}{\partial t} + \mathrm{curl}\,\Big(\overset{= \nu \text{ - Reluktivity}}{\frac{1}{\mu}}\, \mathrm{curl}\, A\Big) = J := \overset{\text{eingeprägter Strom}}{J_i} - \mathrm{curl}\, \frac{\mu_0}{\mu} \overset{\text{per. Mag.}}{M} + \overset{\text{Pol.}}{\frac{\partial P}{\partial t}}$$

(*)
- $J(x,t) = \hat{J}(x)\, e^{i\omega t}$ - harmonische Erreg.
- $\nu \neq \nu(|\mathrm{curl}\, A|)$, d.h. linear!
- Ansatz: $A(x,t) = \underset{\text{komplex}}{\hat{A}(x)}\, e^{i\omega t}$

FB:
$$\mathrm{curl}\,(\nu\, \mathrm{curl}\, \hat{A}) - (\omega^2 \varepsilon - i\omega\sigma)\, \hat{A} = \hat{J}$$

siehe z.B.: …/LVA/2009w/MatModTech

- <u>Spezialfall 1:</u> Wirbelstromprobleme

  <u>Vor.:</u> Verschiebungsströme $\frac{\partial D}{\partial t}$ können vernachläßigt werden, d.h. $\frac{\partial D}{\partial t} \approx 0$.

<u>ZB</u>: $\sigma \frac{\partial A}{\partial t} + \mathrm{curl}\,(\nu\, \mathrm{curl}\, A) = J$ in $Q_T = \Omega \times (0,T)$

<u>FB</u>: $\mathrm{curl}\,(\nu\, \mathrm{curl}\, \hat{A}) + i\omega\sigma \hat{A} = \hat{J}$ in Ω