

Bachelor-Theoriekurs III: Elektrodynamik

- Dozent: Holger Stark EW709, Tel: 29523
email: Holger.Stark@tu-berlin.de
<http://www.itp.tu-berlin.de/stark>
- Zeit: Mi 12⁰⁰ - 14⁰⁰
Fr 8³⁰ - 10⁰⁰ } EW 203
- Curriculum (Lehrplan) für Konet. Physik
- Kurse der Theorie
- Voraussetzung: Mathem. Methoden der Physik, Mechanik & QM (VONSO?)
- Webseite: .../stark → Lehre → WS 15/16
→ Infos zur Vorlesung/Übung & Material/Ehreide
- Übungen:
WM:
Tutorien
Details: s. Webseite

1. Einleitung

- kurzer Gang durch die Geschichte
 - Die 4 fundamentalen Kräfte
 - Inhalt
 - Literatur
- } Folien

2. Elemente der Vektoranalysis

- Wiederholung: „alles“ bekannt → Schnelldurchlauf
E. Dynamik redet mit Vektoren, Notatione klarmachen

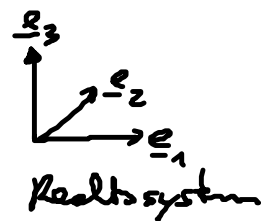
2.1 Vektoren

• Vektoren:

\nearrow Richtung & Länge
 $\underline{a} = |\underline{a}| \hat{a} = a \hat{a}$ mit $|\hat{a}| = 1$

• Komponentendarstellung: ONB $\{\underline{e}_1, \underline{e}_2, \underline{e}_3\}$

mit $\underline{e}_i \cdot \underline{e}_j = \delta_{ij}$



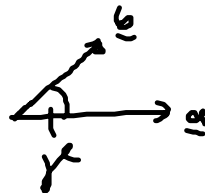
$\underline{a} = \sum_i a_i \underline{e}_i$

• $\underline{a} + \underline{b}$, $p\underline{a}$ $p \in \mathbb{R}$

• Skalarprodukt: $\underline{a} \cdot \underline{b} = a b \cos \varphi$ (2.2)

$= a_i b_i$

(Einsteinische Summenkonvention)



• Vektorprodukt: $\underline{a} \times \underline{b}$ mit $(\underline{a} \times \underline{b})_i = \varepsilon_{ijk} a_j b_k$ (2.3)

• Spatprodukt: $\underline{c} \cdot (\underline{a} \times \underline{b})$ Levi-Civita-Symbol

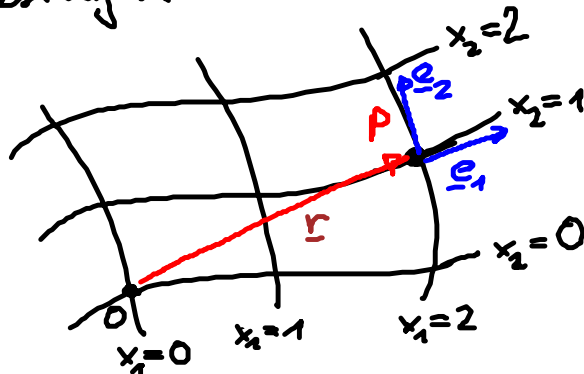
2.2 Koordinatensysteme (KOS)

• Randpunkt P mit Ortsvektor \underline{r} festlegen

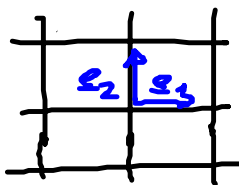
• allgemein: krummlinige KOS

Koordinatbasis:

$\underline{e}_i = \frac{1}{|\frac{\partial \underline{r}}{\partial x_i}|} \frac{\partial \underline{r}}{\partial x_i}$ (2.4)



• kartesische Koordinat: x, y, z



• Zylinderkoordinat: ρ, φ, z

- Kugelkoordinaten: r, ϑ, φ
 radiale Abstand Polarwinkel Azimutalwinkel

2.3 Vektoranalysis

- Motivation: Rechnen mit Feldern

Skalarfelder: $\rho(\underline{r}) \dots$ elektr. Ladungsdichte

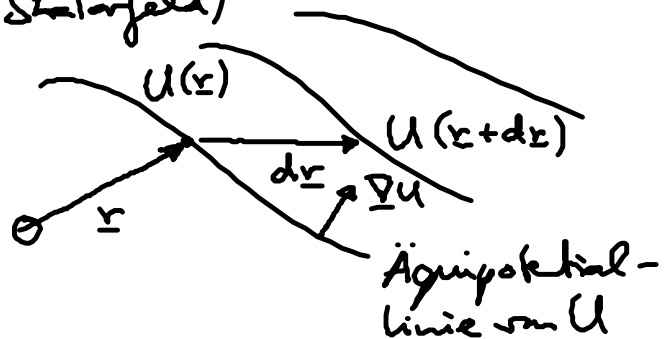
$\phi(\underline{r}) \dots$ elektr. Potential

Vektorfelder: $\underline{E}(\underline{r}), \underline{B}(\underline{r}), \underline{j}(\underline{r}) \dots$ elektr. Stromdichte

- vollst. diff. Differential: (hier: $f =$ Skalarfeld)

$$dU = U(\underline{r} + d\underline{r}) - U(\underline{r})$$

$$= \frac{\partial U}{\partial x_i} dx_i \quad (2.5)$$



2.3.1. Gradient & Nablaoperator

Def: $dU = \underbrace{\text{grad } U}_{\text{Gradient von } U} \cdot d\underline{r} \stackrel{!}{=} \underbrace{\nabla U}_{\text{Nablaoperator}} \cdot d\underline{r} \quad (2.6)$

$\nabla U \perp$ Äquipotentiallinien

• kartesische Koordinaten: $\nabla = \underline{e}_x \frac{\partial}{\partial x} + \underline{e}_y \frac{\partial}{\partial y} + \underline{e}_z \frac{\partial}{\partial z} \stackrel{!}{=} \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix} \quad (2.7)$

$$= \sum_i \underline{e}_i \frac{\partial}{\partial x_i} = \sum_i \underline{e}_i \nabla_i$$

- krummlinige Koord.: s. Übung

[ONB]

$$\nabla = \underline{e}_i \frac{1}{|\frac{\partial \underline{r}}{\partial x_i}|} \frac{\partial}{\partial x_i}$$