Potential

Basics

- Der Begriff der **potentiellen Energie** oder des *Potentials* ist außerordentlich wichtig. Hier sollen kurz die wichtigsten wichtige Begriffe und Merkmale wiederholt werden
  - Abweichend von der sonst eher schlampigen Schreibweise sind hier Vektoren **fett und <u>unterstrichen</u>**, Skalare **fett und rot** dargestellt,
- Wirkt auf einen Massenpunkt am Ort $\underline{\boldsymbol{r}}$ eine Kraft, die *nur* von den Koordinaten (und evtl. von der Zeit) abhängt, aber *nicht* z.B. von seiner Geschwindigkeit, wenn also gilt $\underline{\boldsymbol{F}} = \boldsymbol{F}(\underline{\boldsymbol{r}})$, dann sprechen wir davon, daß in dem betreffenden Gebiet ein **Kraftfeld** vorliegt. (Eine bekannte Ausnahme sind z.B. Reibungskräfte, die es aber im atomaren schlicht nicht gibt).
  - Wird der Massenpunkt von $\underline{\boldsymbol{r}}_1$ nach $\underline{\boldsymbol{r}}_2$ bewegt, muß Arbeit $\boldsymbol{A}$ geleistet werden; es gilt

$$\boldsymbol{A}(\underline{\boldsymbol{r}}_1,\underline{\boldsymbol{r}}_2) = \int_{\underline{r}_1}^{\underline{r}_2} \underline{\boldsymbol{F}} \cdot d\underline{\boldsymbol{r}}$$

- Es ist im allgemeinen nicht ausgeschlossen, daß die zu leistende Arbeit davon abhängt, auf *welchem Weg* man von $\underline{\boldsymbol{r}}_1$ nach $\underline{\boldsymbol{r}}_2$ geht, bei Arbeit gegen die Reibungkräfte wird das so sein.
  - Bei allen Kräften, die als *Kraftfeld* dargestellt werden können (d.h.als *Ableitung eines Potentials*, z.B. das Gravitationsfeld und das elektrische Feld), tritt diese Komplikation jedoch *nicht* auf, d.h. es ist *egal*, auf welchem Weg man von $\underline{\boldsymbol{r}}_1$ nach $\underline{\boldsymbol{r}}_2$ gekommen ist.
- Wenn man nun zur Ermittlung der Arbeit immer vom gleichen Ort $\underline{\boldsymbol{r}}_1$ ausgeht, ist die zu leistende Arbeit *nur noch* eine Funktion des Zielortes $\underline{\boldsymbol{r}}_2$, man nennt die zu leistende Arbeit dann die **potentielle Energie** oder das **Potential** $\boldsymbol{A}_{pot}$ des Ortes $\underline{\boldsymbol{r}}_2$.
  - Man muß sich aber immer bewußt sein, daß bei Angaben von Potentialen im Prinzip immer der Bezugspunkt oder Nullpunkt, d.h. der Ausgangspunkt $\underline{\boldsymbol{r}}_1$ mit angegeben werden muß. Wählt man einen anderen Bezugspunkt, ändert sich das Potential!
  - Bei Änderungen des Bezugspunktes ändert sich das Potential um eine *konstante Größe*, die der Arbeit entspricht um vom ersten zum zweiten Bezugspunkt zu kommen.
- Die Angabe aller Potentialwerte $\boldsymbol{A}(\boldsymbol{x,y,z})$ definiert ein **Skalarfeld**, das die gleiche Information enthält wie das **Vektorfeld** der Kräfte. Durch Umkehrung des Linienintegrals für die Arbeit erhält man das Kräftefeld aus dem Potential durch *Differenzieren*, es gilt

$$\underline{\boldsymbol{F}} = -\,\underline{\textbf{grad}\ \boldsymbol{A}_{pot}}$$

oder ausgeschrieben

$$\boldsymbol{F}_x = -\frac{\partial \boldsymbol{A}}{\partial \boldsymbol{x}}\,,\quad \boldsymbol{F}_y = -\frac{\partial \boldsymbol{A}}{\partial \boldsymbol{y}}\,,\quad \boldsymbol{F}_z = -\frac{\partial \boldsymbol{A}}{\partial \boldsymbol{z}}$$

- Das Vorzeichen ist *wichtig*! Es beschreibt das Vorzeichen der Kraft, die ein "Probeteilchen" zum Potentialminimum treibt, d.h. die "*rücktreibende*" Kraft.
  - Falls wir die Kraft betrachten, die *gegen* das Potential wirken muß, um ein Teilchen "nach oben" zu bringen, ist das Vorzeichen positiv.
- Besonders einfach wird das Potential bei *Zentralkräften*, z.B. bei der Schwerkraft oder der Coulombkraft, bei der nur der Abstand $|\underline{\boldsymbol{r}}| = \boldsymbol{r}$ vom Bezugspunkt wichtig ist, d.h. wir $\boldsymbol{A}(\boldsymbol{x,y,z}) = \boldsymbol{A}(\boldsymbol{r})$ haben

- Der Begriff des Potentials läßt sich noch viel weiter fassen, insbesondere verallgemeinern auf *thermodynamische Potentiale*. Mehr dazu im Link auf das "Defects" Hyperskript.