

# 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 unterstrichen**, Skalare **fett und rot** dargestellt,

Wirkt auf einen Massenpunkt am Ort  $\underline{r}$  eine Kraft, die *nur* von den Koordinaten (und evtl. von der Zeit) abhängt, aber *nicht* z.B. von seiner Geschwindigkeit, wenn also gilt  $\underline{F} = \underline{F}(\underline{r})$ , 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  $\underline{r}_1$  nach  $\underline{r}_2$  bewegt, muß Arbeit  $A$  geleistet werden; es gilt

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

Es ist im allgemeinen nicht ausgeschlossen, daß die zu leistende Arbeit davon abhängt, auf *welchem Weg* man von  $\underline{r}_1$  nach  $\underline{r}_2$  geht, bei Arbeit gegen die Reibungskräfte 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  $\underline{r}_1$  nach  $\underline{r}_2$  gekommen ist.

Wenn man nun zur Ermittlung der Arbeit immer vom gleichen Ort  $\underline{r}_1$  ausgeht, ist die zu leistende Arbeit *nur noch* eine Funktion des Zielortes  $\underline{r}_2$ , man nennt die zu leistende Arbeit dann die **potentielle Energie** oder das **Potential  $A_{\text{pot}}$**  des Ortes  $\underline{r}_2$ .

Man muß sich aber immer bewußt sein, daß bei Angaben von Potentialen im Prinzip immer der Bezugspunkt oder Nullpunkt, d.h. der Ausgangspunkt  $\underline{r}_1$  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  $A(\underline{x}, \underline{y}, \underline{z})$  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

$$\underline{F} = - \underline{\text{grad}} A_{\text{pot}}$$

oder ausgeschrieben

$$F_x = - \frac{\partial A}{\partial x}, \quad F_y = - \frac{\partial A}{\partial y}, \quad F_z = - \frac{\partial A}{\partial z}$$

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  $|\underline{r}| = r$  vom Bezugspunkt wichtig ist, d.h. wir  $A(\underline{x}, \underline{y}, \underline{z}) = A(r)$  haben

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