

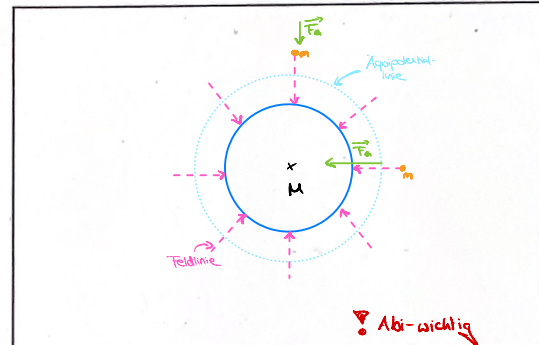
Arbeit im Gravitationsfeld

1. Das Gravitationsfeld

Das Gravitationsfeld bezeichnet den Raum um eine Masse (bspw. die Erde) in dem Gravitationskräfte wirken. Zur Veranschaulichung dient auch hier das Feldlinienmodell. Dabei entspricht die Richtung der Feldlinien der Richtung der Gravitationskraft, die auf einen Probekörper der Masse m wirkt. Da die Gravitationskräfte alle zum Mittelpunkt des Körpers zeigen, ergibt sich ein radialsymmetrisches Feld (auch Radialfeld genannt).

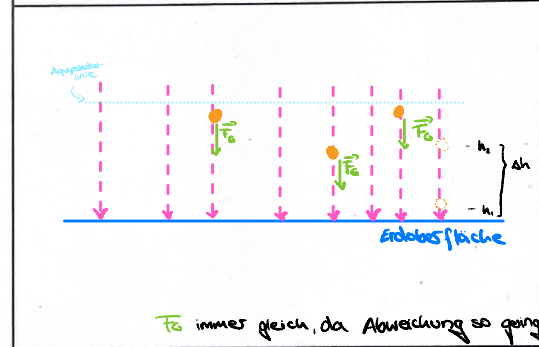
In der Nähe der Erdoberfläche verlaufen die Feldlinien parallel. Das Gravitationsfeld ist in diesem Bereich homogen, d.h. die Gravitationskraft ist in diesem Raumbereich überall gleich groß.

Entlang einer Äquipotentiallinie wird keine Arbeit benötigt, um sich zu bewegen



Feldlinien dürfen sich nicht schneiden!

Abi-wichtig



Es wird keine Arbeit verrichtet, wenn man sich hier z.B. von links nach rechts bewegt.

F_g immer gleich, da Abweichung so gering

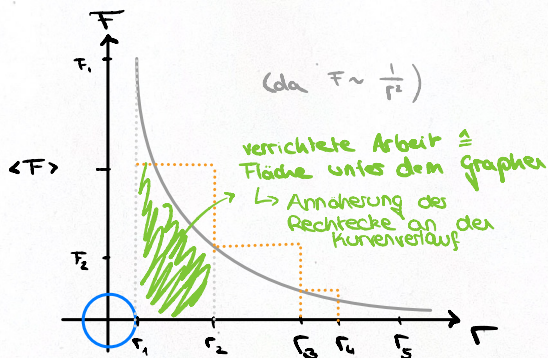
Unterschied Arbeit - Energie

Energie: Zustandsgröße

Arbeit: Prozessgröße

In Erdnähe gilt:
 $W_{HUB} = m \cdot g \cdot \Delta h$
 $= F_g \cdot \Delta h$

Allgemein:



$\langle F \rangle$: geometrisches Mittel

$\langle F \rangle = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$

$$\Delta W_{HUB} = F_g \cdot \Delta r$$

$$= \gamma \cdot \frac{MM}{r^2} \cdot \Delta r$$

$$\Delta W_{HUB} = \langle F \rangle \cdot \Delta r$$

$$= \sqrt{F_1 \cdot F_2} \cdot (r_2 - r_1)$$

$$= \sqrt{\gamma \cdot \frac{MM}{r_1^2} \cdot \gamma \cdot \frac{MM}{r_2^2}} \cdot (r_2 - r_1)$$

$$= \gamma \frac{MM}{r_1 r_2} (r_2 - r_1)$$

$$= \gamma \frac{MM}{r_1} - \gamma \frac{MM}{r_2}$$

$$= \gamma MM \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Die Gesamtarbeit ergibt sich aus der Summe der Teilarbeiten:

$$\Delta W_{HUB, ges} = \Delta W_{HUB1} + \Delta W_{HUB2} + \dots + \Delta W_{HUBN}$$

$$\Delta W_{HUB, ges} = \gamma MM \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \gamma MM \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \right) + \dots + \gamma MM \cdot \left(\frac{1}{r_{N-1}} - \frac{1}{r_N} \right)$$

$$= \gamma MM \cdot \frac{1}{r_1} - \gamma MM \cdot \frac{1}{r_N}$$

$$= \gamma MM \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_N} \right)$$

(In der Formelsammlung steht auch:
 $\Delta W_{HUB} = \gamma MM \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$)