



1. Beispiel: makroskopische Welt

fahrendes Auto:  $v = 200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Hinweis: Hier wird stark vereinfachend angenommen, dass die Unschärfe bei der Geschwindigkeitsbestimmung den kompletten Geschwindigkeitsbereich von 0 bis 200 km/h überdeckt.

$$\approx 56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = 2 \text{ t} \\ = 2000 \text{ kg}$$

$$\Delta x \cdot \Delta p = h$$

$$\Delta x = \frac{h}{\Delta p}$$

$$= \frac{h}{m \cdot \Delta v}$$

$$\approx 5,9 \cdot 10^{-39} \text{ m}$$

Fazit: Aus der UBR ergibt sich eine Unschärfe des Ortes, die so extrem klein ist, dass sie in der uns vertrauten makroskopischen Welt prinzipiell nicht zu beobachten ist.

2. Beispiel: mikroskopische Welt

Variante der UBR

$$\Delta W \cdot \Delta t > h$$

Elektron und Positron erscheint aus dem "Nichts".

$$\Delta W = m \cdot c^2$$

$$2 \cdot m_e$$

$$\approx 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Beide Teilchen können nach der UBR innerhalb der Zeit  $\Delta t$  existieren:

$$\Delta t = \frac{h}{\Delta W}$$

$$\approx 4,1 \cdot 10^{-21} \text{ s}$$

Fazit: Aus der UBR ergibt sich zwar eine extrem kleine Unschärfe der Zeit. Für diese extrem kurze Zeitspanne lassen die Gesetze der Quantenphysik aber die Entstehung von Materie aus dem Nichts zu! D. h. das Vakuum ist also nicht Nichts, sondern ein ständiges brodelndes Entstehen und Verschwinden von Materie (siehe Vakuumfluktuation). Für diesen Zeitraum ist daher eine Verletzung des Energieerhaltungssatzes möglich.