

## 3.6 Exkurs: Vergleich von Gravitations- und Coulomb-Kraft

In Abschnitt 3.1 wurden Gravitations- und Coulomb-Kraft (elektrostatische Kraft) verglichen, die in einem Atom zwischen einem Proton (positive Elementarladung) und einem Elektron (negative Elementarladung) wirken:

Gravitationskraft  $F = 1.02 \cdot 10^{-47} \text{ N}$

Coulomb-Kraft  $F = 2.3 \cdot 10^{-8} \text{ N}$

Hier sind die Details der Berechnung:<sup>1</sup>

Gravitationskraft	Coulomb-Kraft
Das Gravitationsgesetz beschreibt die Anziehungskraft, die zwei Massen aufeinander ausüben.	Das Coulomb-Gesetz beschreibt die anziehenden und abstossenden Kräfte zwischen zwei geladenen Teilchen.
Abhängig von: Masse $m$ Abstand $r$	Abhängig von: Ladung $Q$ Abstand $r$
$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
$m(\text{Proton}) = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $m(\text{Elektron}) = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$Q(\text{Proton}) = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $Q(\text{Elektron}) = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.99 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$
$r(\text{Atom}) = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ $G$ : Gravitationskonstante	$r(\text{Atom}) = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ $\epsilon_0$ : Dielektrizitätskonstante
$F = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31}}{(1 \cdot 10^{-10})^2}$	$F = 8.99 \cdot 10^9 \cdot \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}}{(1 \cdot 10^{-10})^2}$
$\rightarrow 1.02 \cdot 10^{-47} \frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}}{\text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^2}$	$\rightarrow 2.307 \cdot 10^{-8} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{C}}{\text{C}^2 \cdot \text{m}^2}$
$= 1.02 \cdot 10^{-47} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1.02 \cdot 10^{-47} \text{ N}$	$= 2.307 \cdot 10^{-8} \text{ N}$
Gravitationskraft: $1.02 \cdot 10^{-47} \text{ N}$	Coulomb-Kraft: $2.307 \cdot 10^{-8} \text{ N}$

Die Gravitationskraft zwischen einem Proton und einem Elektron ist damit sehr viel kleiner als die entsprechende Coulomb-Kraft. Deswegen kann die Gravitationskraft zwischen den Atombausteinen ohne Weiteres vernachlässigt werden. Von Bedeutung sind in der Chemie ausschliesslich die Coulomb-Kräfte.

<sup>1</sup> Die Berechnung wurde von Markus Isenschmid (Bern) durchgeführt.