

Die Roche-Grenze

Die Roche-Grenze ist ein Kriterium zur Beurteilung der inneren Stabilität eines Himmelskörpers, der einen anderen umkreist. Dabei werden die Gravitationskräfte, die den Himmelskörper innerlich zusammenhalten, mit den Gezeitenkräften verglichen, die ihn auseinanderziehen. Die Roche-Grenze ist nach *Edouard Albert Roche*, (französischer Astronom u. Mathematiker, 1820 – 1883) benannt.

Die Roche-Grenze ist immer nur definierbar für zwei sich gravitativ beeinflussende Himmelskörper. Abbildung 1 zeigt einen schematischen Überblick über das Kräftegleichgewicht, das der Definition der Roche-Grenze zugrunde liegt.

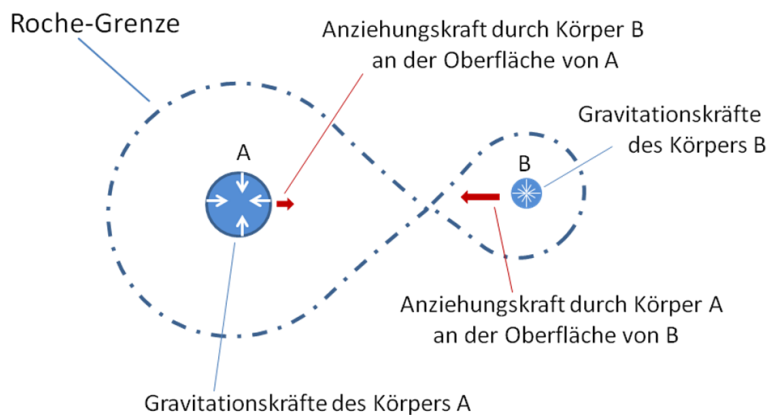
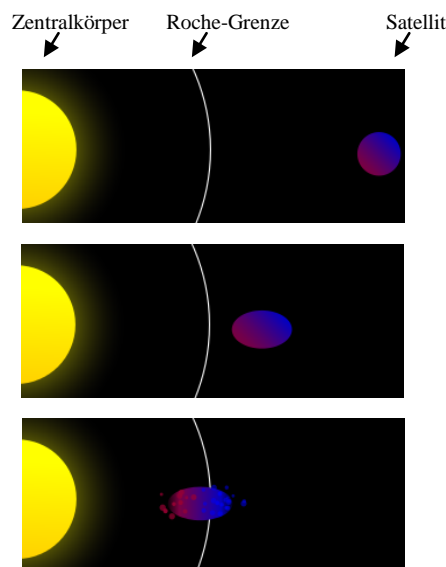


Abb. 1: Die Roche-Grenze

Wird die Roche-Grenze unterschritten, so wird der masseärmere der beiden sich umkreisenden Himmelskörper instabil. Das hat zur Folge, dass der massereichere Körper vom Ärmere Materie absaugt oder ihn so stark verformt, dass es ihn letztendlich zerreißt (siehe Abb. 2). Dabei wird angenommen, dass die beteiligten Körper nur durch ihre eigene Schwerkraft zusammengehalten werden.



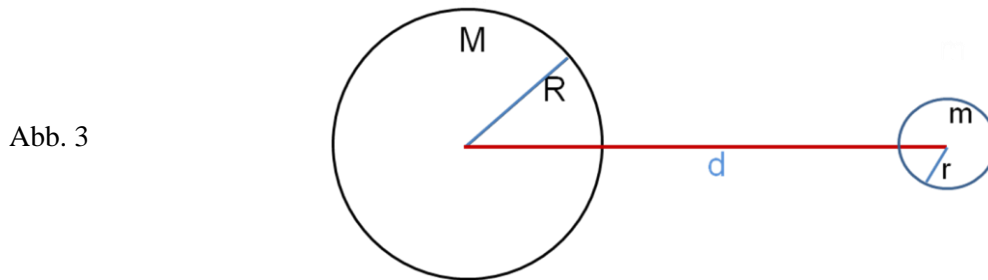
- a) Roche-Grenze weitab vom Satelliten, keine Verformung des Satelliten
- b) Roche-Grenze näher am Satelliten, Deformierung des Satelliten
- c) Roche-Grenze am Satelliten, der Satellit beginnt sich aufzulösen

Abb. 2 :
Blick von oben
auf die Bahnebene
des Satelliten.

Quelle: *Theresa Knott* at the English Wikipedia SVG

Wenn für einen festen Satelliten an dessen Oberfläche die Gezeitenkräfte größer als die Gravitation des Körpers werden, dann beginnt der Satellit zu “zerbröseln“. Das bedeutet, dass die beiden Körper einen Minimalabstand d zueinander nicht unterschreiten dürfen. Mit anderen Worten: Die beiden Himmelskörper dürfen sich auf ihrer Umlaufbahn umeinander nirgends zu nahe kommen, um die Roche-Grenze nicht zu unterschreiten. Das gilt nicht für künstliche Satelliten, deren Zusammenhalt im Wesentlichen durch die mechanische Festigkeit und nicht durch die eigene Gravitation gegeben ist. Deshalb ist die Roche-Grenze für künstliche Satelliten bedeutungslos.

Für Festkörper kann die Roche-Grenze wie folgt berechnet werden (siehe Skizze Abb. 3):



Mit den Bezeichnungen von Abb. 3 gilt:

Minimalabstand d für Festkörper: $d = r \cdot (2M/m)^{1/3}$.

Das heißt: Die Roche-Grenze d_R^{fest} ist, sofern die Körper rund sind, durch folgende Beziehung gegeben:

$$\boxed{d_R^{\text{fest}} = r \cdot \sqrt[3]{2\rho_M/\rho_m} = 1,26 \cdot r \cdot \sqrt[3]{\rho_M/\rho_m}} \quad (\rho_M = M/R^3, \rho_m = m/r^3)$$

Beispielweise beträgt die Roche-Grenze für das System Erde – Mond 9 496 km. Da der Mond im Mittel 384 000 km von der Erde entfernt ist, befindet er sich also weit außerhalb der Roche-Grenze.

Für flüssige / gasförmige Himmelskörper liegen die Verhältnisse etwas anders. Die Roche-Grenze kann in diesem Fall nur näherungsweise abgeschätzt werden, da sie von mehreren weiteren Materialparametern abhängt.

Danach erhält man folgende Näherung für flüssige Körper :

$$\boxed{d_R^{\text{flüss}} \approx 2,423 \cdot r \cdot \sqrt[3]{\rho_M/\rho_m} \approx 2 \cdot d_R^{\text{fest}}}$$

P. S.