

Was sind die Lagrange-Punkte?

Die Lagrange-Punkte oder Librationspunkte (von lateinisch *librare* „das Gleichgewicht halten“) sind fünf Punkte im System zweier Himmelskörper (beispielsweise eines Sterns und eines ihn umkreisenden Planeten), an denen ein Körper mit vernachlässigbarer Masse (etwa ein Asteroid oder eine Raumsonde) antriebslos den Himmelskörper umkreisen kann (siehe Abbildung). Dabei hat er dieselbe Umlaufzeit wie der masseärmere Himmelskörper, wobei sich seine Position relativ zu diesen beiden Körpern nicht ändert. Im Falle eines Satelliten umkreist dieser den massereicheren Himmelskörper, nicht aber den masseärmeren!

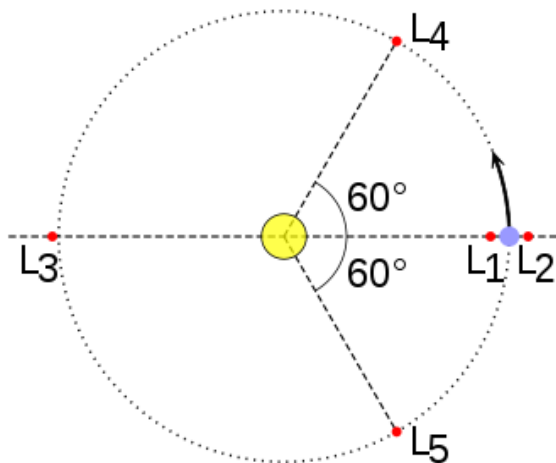


Abb. :
Lagrange-Punkte L_1 bis L_5 in einem System aus Zentralgestirn (gelb) und Planet (blau):
 L_4 läuft dem Planeten voraus, L_5 hinterher

Mathematisch betrachtet sind die Lagrange-Punkte die Gleichgewichtspunkte eines Dreikörperproblems, das allerdings allgemein nicht streng, sondern nur numerisch gelöst werden kann. Jedoch fanden Leonhard Euler (1707 - 1783) und Joseph-Louis Lagrange (1736 - 1813) fünf analytische Lösungen mit der Einschränkung, dass der dritte Körper eine vernachlässigbare Masse hat. In den nach Lagrange L_1 bis L_5 genannten Punkten können dritte Körper kräftefrei ruhen. Es handelt sich um Nullstellen des Gravitationsfeldes in einem rotierenden Bezugssystem, in dem auch die beiden Himmelskörper (z. B. Sonne und Planet) ruhen. Das heißt, die Gravitationskräfte der beiden Körper auf den Probekörper werden gerade von der Zentrifugalkraft (aufgrund der Rotation des Bezugssystems) aufgehoben. In einem nichtrotierenden Bezugssystem laufen die Lagrange-Punkte synchron mit den beiden Himmelskörpern auf Kreisbahnen um den gemeinsamen Schwerpunkt.

In unserem Sonnensystem gibt es für jeden Planeten die genannten fünf Lagrange-Punkte, die natürlich in ihrer Lage auch noch durch die anderen Planeten geringfügig beeinflusst werden.

L_1 , L_2 und L_3 sind labile Gleichgewichtspunkte, das heißt: Da ein Körper sich nie mathematisch exakt in einem der drei Punkte befinden kann, muss er den jeweiligen Lagrange-Punkt eng umkreisen, um nicht aus der Bahn getragen zu werden. Dazu ist eine, allerdings nur minimale Bahnkorrektur erforderlich. Im Gegensatz dazu sind L_4 und L_5 stabil, d. h. in ihrer Nähe können sich Körper auch ohne Bahnkorrektur dauerhaft aufhalten; sie pendeln sozusagen um den jeweiligen Lagrange-Punkt (L_4 , L_5) kräftefrei herum. Deshalb können in unmittelbarer Nähe dieser Punkte natürliche Objekte wie Staubwolken und Kleinkörper, genannt *Trojaner*, erwartet werden. Tatsächlich hat man für das Sonne-Erde - System 2010 bei L_4 einen solchen Trojaner mit der Bezeichnung "2010 TK₇" identifiziert.

Die Lagrange-Punkte L_1 und L_2 werden vielfach zur Positionierung von Raumsonden und Weltraumteleskopen genutzt. So dient L_1 im System Sonne-Erde als „Basis“ zur Sonnenbeobachtung. Seit 1995 wird dieser Lagrange-Punkt von der Sonde SOHO mit einem Bündel von zwölf Messinstrumenten umkreist. Ferner ist

L_1 für das geplante Gravitationswellenteleskop LISA vorgesehen (siehe Beitrag: *Gravitationswellen*). In einer Umlaufbahn um L_2 befanden bzw. befinden sich u. a. die WMAP- und PLANCK-Sonden zur detaillierten Untersuchung des Mikrowellenhintergrundes, sowie das Infrarot-Weltraumteleskop HERSCHEL, das von 2009 bis 2013 schwerpunktmäßig dem Ziel diente, die Entstehung und Entwicklung von Sternen und Galaxien zu erforschen.

P. S.