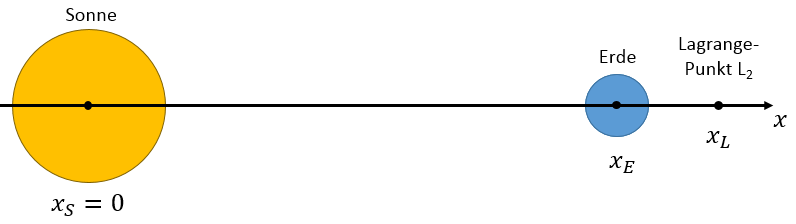
**Der optimale Ort zur Beobachtung des Universums**

Der Aufbau unseres Universums fasziniert die Menschheit schon seit Jahrhunderten. In den letzten Jahren wurden mehrere Beobachtungsteleskope gestartet, um beispielsweise ferne Galaxien genauer zu untersuchen. Dabei gibt es jedoch ein Problem: Unsere Sonne. Ihre Strahlung beeinflusst nicht nur die Messung an sich, sondern auch die Technik an Bord des Teleskops. Eine Lösung wäre es, das Teleskop möglichst weit von der Sonne zu positionieren. Die große Menge an Beobachtungsdaten kann jedoch nur auf kurzen Distanzen möglichst schnell und fehlerfrei zur Erde übertragen werden. Ebenfalls wird eine große Energiemenge benötigt, um das Teleskop auf seiner Umlaufbahn zu halten.

Gibt es also einen Ort, von dem aus das Universum ohne Hindernisse beobachtbar ist, gleichzeitig die Entfernung zur Erde möglichst gering ist und nur geringe Bahnkorrekturen durchgeführt werden müssen? Zum Schutz vor der Sonnenstrahlung bietet sich der Erdschatten an. Der Beobachtungsort liegt also immer genau hinter der Erde auf einer Linie mit ihr und der Sonne. Da sich die Erde um die Sonne annähernd auf einer Kreisbahn bewegt, muss sich das Teleskop auch auf einer Kreisbahn um die Sonne bewegen, immer im gleichen Abstand zur Erde. Dieser Ort wird nach seinem Entdecker *Lagrange-Punkt* genannt und mit L2 bezeichnet. Doch wo genau befindet sich dieser Punkt? Das sollen Sie heute selbstständig herausfinden.

In der Abbildung ist das System Sonne-Erde dargestellt. Zuerst legen wir ein eindimensionales Koordinatensystem fest, dessen Ursprung genau im Schwerpunkt des Systems liegen soll. Da die Sonne um mehrere Größenordnungen schwerer ist als die Erde, können wir den Ursprung auch näherungsweise in das Zentrum der Sonne () legen. Die -Koordinate der Erde bezeichnen wir mit . Ein kleines Objekt (z.B. ein Teleskop mit der Masse ) wird hinter der Erde am Lagrange-Punkt L2 positioniert. Die -Koordinate des Punktes sei .



**Aufgaben:**

1. Nennen Sie die Kräfte, die auf das Teleskop wirken, wenn sich die Erde um die Sonne dreht.
2. Formulieren Sie für den Lagrange-Punkt die Kräftebedingung.
3. Berechnen Sie nun die Entfernung des Punktes von der Erde aus der Kräftebedingung: Bestimmen sie dazu, für welchen Wert die Gleichung näherungsweise erfüllt ist.

(*Zum Vergleich: Die zu lösende Gleichung finden Sie auf der Rückseite von Hilfekarte 3. Die Lage des Lagrange-Punktes L2 finden Sie auf der Lösungskarte.*)

**Zusatz:**

1. Ein Schüler betrachtet das System Sonne-Erde fälschlicherweise als ruhend. Erklären Sie, warum es für diesen Fall keinen Lagrange-Punkt geben kann.
2. Bei der Berechnung des Lagrange-Punktes wird die Winkelgeschwindigkeit des Systems benötigt. Vergleichen Sie die Ergebnisse für den Lagrange-Punkt, wenn Sie über den Kraftansatz (Hilfekarte 4, Möglichkeit 1) und über den Definitionsansatz (Hilfekarte 4, Möglichkeit 2) berechnen.
3. Begründen Sie, warum sich im Lagrange-Punkt nur kleine Objekte aufhalten können und beispielsweise kein Zwergplanet.
4. Recherchieren Sie im Internet über Satellitenmissionen, deren Ziel der Lagrange-Punkt L2 war. Warum wurde gerade dieser Punkt dafür ausgewählt?
5. Berechnen Sie die Lage des Punktes L2 im System Erde-Mond. Berücksichtigen Sie hier jedoch den Schwerpunkt des Systems, indem Sie den Ursprung des Koordinatensystems in den Schwerpunkt legen.
6. Kann sich das Teleskop über eine längere Dauer in der Nähe des Lagrange-Punktes aufhalten ohne gegenzusteuern? Verwenden Sie dazu das Programm *Lagrange.exe*.