

## Programmierübung Nr. 2 zur Vorlesung Numerik I, Sommer 2013

### Das Eulerverfahren in der Himmelsmechanik

In dieser Aufgabe lösen wir das Zweikörperproblem Erde–Mond mit dem Eulerverfahren und plotten die Mondbahn in der Ekliptikebene vom 15.4.2013 bis zum 26.7.2013.

Gleichungen für das  $n$ -Körperproblem haben wir bereits auf dem ersten theoretischen Übungsblatt hergeleitet. Jetzt benötigen wir noch die Massen der Objekte und Anfangsdaten. Diese erhalten wir von der Webseite des *Jet Propulsion Laboratory*:

<http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi>

- (a) Beschaffen Sie sich für den 15.4.2013 die Positionen und Geschwindigkeiten der Erde und des Mondes in  $km$  bzw.  $km/d$ . Dazu setzen Sie *Ephemeris Type* auf *VECTORS*. Anschließend wählen Sie den Koordinatenursprung (*Coordinate origin*) im Erdmittelpunkt (“500”). Weitere Eigenschaften des Koordinatensystems setzen Sie in *Table settings*. Bitte wählen Sie als *reference plane* die Option *ecliptic* und *type* als *Geometric states*. Achten Sie in dieser Einstellung darauf, dass die Einheiten Ihres *outputs* richtig gewählt sind.
- (b) Oben auf der Ergebnisseite erhalten Sie auch Informationen über die Objekte, z.B. deren Masse. Die Gravitationskonstante erhalten wir von Wikipedia als

$$G = 4.9820008e - 10 \frac{km^2}{kg \cdot d^2}.$$

Beachten Sie, dass wir Tage und Kilometer als Einheiten benutzen.

- (c) Schreiben Sie eine Funktion analog zu den Lotka-Volterra-Gleichungen aus der letzten Aufgabe, die den Wert der rechten Seite der Differentialgleichung für einen gegebenen Zustand berechnet.
- (d) Führen Sie mit dieser Funktion das Eulerverfahren (benutzen Sie die Funktion aus der letzten Programmieraufgabe) für das oben angegebene Zeitintervall und einer Schrittweite von einem Tag durch. Plotten Sie die Mondbahn in der  $xy$ -Ebene.
- (e) Vergleichen Sie mit der Lösung, wenn Sie die Schrittweite halbieren. Was denken Sie zum Thema Energieerhaltung?