

## Projekt: Himmelsmechanik

Bevor man mit dem Programmieren beginnt sollte man sich Gedanken zur Struktur des Programms machen. Wenn man sich über den Aufbau eines Programms schon im klaren ist erspart man sich im Nachhinein viel Arbeit.

Das Programm sollte direkt so ausgelegt sein, dass es die Koordinaten und Geschwindigkeiten zu einer beliebigen Anzahl von Teilchen einlesen kann, beliebig in ein, zwei oder drei Dimensionen gerechnet werden kann. Außerdem sollte gleich darauf geachtet werden, dass bei den Untersuchungen verschiedene Integrationsverfahren zum Einsatz kommen werden. Eine Möglichkeit besteht zum Beispiel darin, dass das Programm zunächst eine Parameter-Datei einliest in der die Informationen (über Dimension, Teilchenanzahl, Art des Verfahrens, Zeitintervalle für Ausgabe, etc.) stehen, bevor dann letztlich erst die Anfangsbedingungen eingelesen werden.

1. Untersuchungen zur Genauigkeit verschiedener Integrationsverfahren:

- Euler
- Runge-Kutta-2
- Runge-Kutta-4
- Verlet
- Velocity-Verlet
- Leapfrog (KDK, DKD)

Implementieren adaptiver Zeitschritte (über eine binäre Hierarchie):

- Velocity-Verlet
- beide Leapfrog-Verfahren

Benutzt für die Untersuchungen zunächst ein analytisch gelöstes Anfangsproblem (2-Körper Ellipsenbahn), später dann periodische Lösungen für das allgemeine 3-Körperproblem.

Betrachtet beispielsweise Energie und Drehimpuls. Gibt es noch weitere interessante (erhaltene) Größen?

Internet-Links:

zu periodischen Lösungen des allgemeinen 3-Körperproblems:

<http://suki.ipb.ac.rs/3body/>

2. Nutzt die Ergebnisse aus den ersten Untersuchungen um das am besten geeignete aus zu wählen. Folgend sollen dann Rechnungen zur Langzeitstabilität in unserem Sonnensystem durchgeführt werden. Bringt dafür geeignete Anfangsbedingungen in Erfahrung (NASA, ESO, o.ä.). Werden die Planeten auch in bspw. einer Milliarde Jahren noch um die Sonne kreisen? Hierfür ist es unbedingt notwendig sich Gedanken über Fehlerfortpflanzung zu machen.

3. Des Weiteren sollen Rechnungen zum eingeschränkten 3-Körperproblem durchgeführt werden. Hierfür eignet sich folgende Dissertation als Einstiegslektüre.

Internet-Links dazu:

zum Kopenhagen-Problem:

[http://www.nld.ds.mpg.de/~jan/phdthesis\\_jannagler.pdf](http://www.nld.ds.mpg.de/~jan/phdthesis_jannagler.pdf)

4. Erste Computersimulationen zur Ausbildung von Spiralarmen bei der Galaxienentstehung wurden tatsächlich zunächst auch mit einfachsten Mitteln auf der Basis von rein gravitativ wechselwirkenden N-Teilchen Simulationen durchgeführt. Vielleicht gelingt euch ja tatsächlich auch solch eine Simulation.