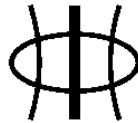


Kurzanleitung zum JavaTMApplet **Zweikörperbewegung**

Michael Wünscher

Sebastian Eiser

22. Januar 2007



Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik

Zusammenfassung

Diese Kurzanleitung beschreibt die Bedienung eines Java¹-Applets, mit dem die Zweikörperbewegung in Relativkoordinaten visualisiert wird. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Allgemeinheit des Potentials. Das bekannte Keplerproblem (Planetenbewegung) mit dem Gravitationspotential $-k\frac{1}{r}$ ist nur ein Spezialfall, der behandelt werden kann. Das Java-Applet *Zweikörperbewegung* ist die Weiterentwicklung des *Kepler Applets* von *Fu-Kwun Hwang* und wurde im Rahmen des OWL Projekts *e-Module zur Veranschaulichung der Theoretischen Physik* erstellt.

¹Java and all Java-based trademarks are trademarks of Sun Microsystems, Inc. in the United States, other countries, or both.

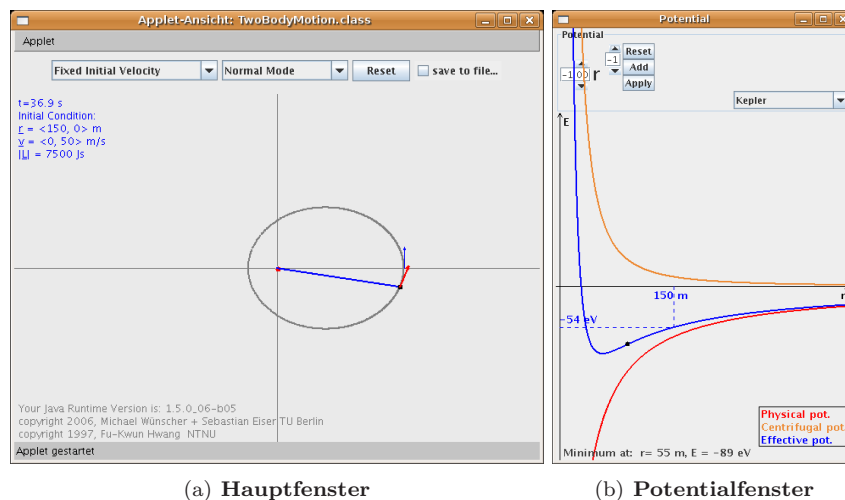


Abbildung 1: (a) Zeigt die Trajektorie mit einem Teilchen fest im Ursprung (b) Zeigt das effektive Potential, das Drehimpulspotential und das Zentralpotential

1 Bedienung des Applets

Nach dem Starten des Applets erscheinen auf dem Bildschirm zwei Fenster, die im folgenden erläutert werden.

1.1 Benutzeroberfläche

Hauptfenster

Das Hauptfenster ist in zwei Bereiche eingeteilt. Oben befinden sich die Bedienelemente mit den zwei Auswahllisten, dem „Reset“-Knopf und dem „Speichern“-Häkchen, die weiter unten erläutert werden. Im darunterliegenden Zeichenbereich wird die graphische Darstellung der Trajektorie des zweiten Teilchens dargestellt und es lassen sich die Anfangsbedingungen mit der Maus vorgeben.

Die **Trajektorie** wird durch eine graue gestrichelte Linie dargestellt und wird als Spur des zweiten Teilchens gezeichnet.

Im Zentrum des **Koordinatensystems** (schwarz) befindet sich das **Zentralteilchen** (rot). Von ihm wird der **Verbindungsvektor** (blau) zum zweiten Teilchen (schwarzer Punkt) gezeichnet. Vom zweiten Teilchen aus wird der **Geschwindigkeitsvektor** (roter Pfeil) gezeichnet, der die Geschwindigkeit in Richtung und Betrag im Relativkoordinatensystem darstellt.

Die **Anfangsbedingung** kann durch Verschieben und Ändern der Länge des blauen Vektorpfeils im ersten Quadranten mit der Maus eingestellt werden, dazu wird dieser mit der linken Maustaste angeklickt und mit gedrückt-gehaltener Maus auf der x-Achse verschoben werden. Auf diese Weise wird der Anfangsradius geändert. Wenn in der Auswahlliste für die Anfangsbedingung (siehe unten) der Punkt „arbitrary initial conditions“ (bzw. „beliebig“ in der deutschen Version) ausgewählt ist, kann durch Bewegen der Maus entlang der y-Achse auch die Länge des Vektors und damit die Anfangsgeschwindigkeit geändert werden.

Die Animation kann durch Drücken der **rechten Maustaste** im Zeichenbereich angehalten werden und durch nochmaliges Drücken wieder in Gang gesetzt werden.

Erläuterung der Bedienelemente:

- **Auswahlliste für die Anfangsbedingung**
 - Fix initial velocity - einstellen der Anfangsbedingung ohne Änderung der Anfangsgeschwindigkeit

- Fix angular momentum - einstellen der Anfangsbedingung ohne Änderung des Drehmomentes
- arbitrary initial condition - beliebige Anfangsbedingungen möglich im ersten Quadranten mit einer Anfangsgeschwindigkeit in z-Richtung
- **Auswahlliste für die graphische Darstellung**
 - Normal Mode - normale Visualisierung
 - Law of equal area - zusätzlich anzeigen, welche Fläche in einer bestimmten Zeit überstrichen wird
- **„Reset“-Knopf** Durch Drücken des „Reset“-Knopf werden die Anfangsbedingungen und das Potential für das Kepler-Problem eingestellt.
- **„save to file“-Haken** Nach dem Setzen des Haken durch Anklicken des Blockes wird der Speicherort für eine Datei abgefragt, in der die Daten der numerischen Simulation abgelegt werden sollen. Das Speichern der Daten wird solange durchgeführt, bis der Haken wieder entfernt wird.

Potentialfenster

Das Potentialfenster ist wie das Hauptfenster in zwei Bereiche eingeteilt. Den oberen Bereich der Bedienelemente und den unteren **Zeichenbereich** auf dem die drei Potentiale (effektives Potential, Drehimpulspotential und Zentralpotential) gezeichnet werden. Diese sind passend zu den Anfangsbedingungen dargestellt, die im Hauptfenster eingestellt wurden. Durch gestrichelte Linien wird der Anfangsradius und die zugehörige Anfangsenergie eingezeichnet und mit den entsprechenden Werten gekennzeichnet. Eine Legende für die Potentiale befindet sich unten rechts. Links neben dieser werden die Koordinaten des Potentialsminimums vom effektiven Potential ausgegeben. Falls es kein Minimum gibt wird ein Hinweistext ausgegeben. In diesem Fall kann die ganze Bewegung nicht vollständig im Hauptfenster dargestellt werden und es sollten gegebenenfalls die Vorfaktoren für das Potential verändert werden (siehe unten).

Zum **Verändern des Zentralpotentials** gibt es im Bedienbereich verschiedene Elemente. Die Formel wird aus mindestens einem Paar bestehend aus **Vorfaktor** und **Potenz** vom **Radius r** dargestellt. Sowohl der Vorfaktor als auch die Potenz können durch Drücken auf die Pfeile über und unter der Zahl verändert werden. Dies kann auch durch die direkte Eingabe eines Zahlenwertes geschehen. Nach der Änderung des Potentials muss diese durch den „Apply“-Knopf bestätigt werden. Das Zentralpotential kann aus mehreren solchen Termen zusammengesetzt werden, die durch den „Add“-Knopf hinzugefügt werden können.

Bedienelemente:

- **„Reset“-Knopf** - Alle Potentialterme bis auf den ersten werden gelöscht
- **„Add“-Knopf** - Anfügen eines neuen Potentialterms
- **„Apply“-Knopf** - Bestätigen von Änderungen am Potential und erneutes Starten der Simulation mit den eingestellten Anfangsbedingungen
- **Auswahlliste für die Presets** - Auswählen eines vorgegebenen Potentials wie zum Beispiel das Kepler Potential oder das Potential des harmonischen Oszillators