

# Projektvorschläge Computational Physics Lab

Wählen Sie eines der unten aufgelisteten Projekte, je eines pro Person. Nach Absprache sind auch eigene Projekte möglich, die in das Gebiet Computerphysik fallen.

Die Projekte sind offen. Falls Sie zu schnell fertig sind, wird erwartet, dass Sie selbständig Varianten oder Erweiterungen ausarbeiten. Es ist auch möglich, dass Sie scheitern. Dann wird erwartet, dass Sie Ihre Versuche gut dokumentieren, damit Ihr Aufwand sichtbar wird; erste Schritte sollten aber immer möglich sein. Am Schluss geben Sie ein Dokument ab, das im Umfang etwa einem Praktikumsbericht entspricht. Der Fokus liegt mehr auf Verständnis als auf Effizienz, i.e. Sie müssen erklären können, wie Ihr Programm funktioniert. Es genügt nicht, wenn Sie einfach das Modul gefunden haben, das alles für Sie macht. Eine Möglichkeit ist, dass Sie Ihre Arbeit als Jupyter Notebook elektronisch verfassen, dokumentieren und abgeben. Das Dokument muss so strukturiert sein, dass eine Klassenkollegin oder ein Kollege den Inhalt gerne liest und ihn verstehen kann. Orientieren Sie sich an der Struktur eines Praktikumsberichts.

1. Kann sich ein Planet auf einer "Achterbahn" um zwei Sterne herum bewegen?
2. Zwei Größen sind Standard-normalverteilt. Wie ist das Produkt verteilt? Und wie der Quotient?
3. Drei Sterne auf den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks können sich aufgrund der gegenseitigen Anziehung auf konzentrischen Kreisbahnen bewegen. Ist diese Anordnung stabil?
4. Simulieren Sie die Bahn eines Knickpendels. Zeichnen Sie (für kleine Amplituden) die Theoriekurve dazu. Vergleichen Sie die Rechnung mit einem Experiment (Videoanalyse).
5. Wie bewegt sich ein Proton in einem Feld, das homogene elektrische und homogene magnetische Anteile hat?
6. Ein Proton und ein Antiproton werden in einem homogenen Magnetfeld losgelassen. Wie verläuft die Bahn?
7. Zeichnen Sie Feldlinien eines elektrischen Dipols (zwei ungleichnamige, gleichstarke Punktladungen im Abstand  $d$ ).
8. Ein Körper fällt aus der Ruhelage. Neben der Gewichtskraft wirkt auch die Luftwiderstandskraft. Bestimmen Sie die Bahn  $y(t)$  und vergleichen Sie diese mit einem Experiment (Videoanalyse). Kann man entscheiden, ob der Luftwiderstand proportional zur Geschwindigkeit oder proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit wächst?
9. Berechnen Sie Ortsvektoren des Mars in z.B. Tagesabständen mit dem horizons-webservice der NASA (<https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi>). Zeigt der Beschleunigungsvektor und damit die Kraft immer zur Sonne?
10. Die online-Wetterstation der Wasserpolizei am Mythenquai stellt Daten für die vergangenen zwei Jahre als Tabelle zur Verfügung. Greifen Sie die Daten ab und analysieren Sie diese statistisch.
11. Das Gravitationsgesetz  $F \sim 1/r^2$  erlaubt "für die meisten Startbedingungen" geschlossene Planetenbahnen. Wie ist es mit anderen Kraftgesetzen, z.B. einem  $1/r^3$  Kraftgesetz? Welche Form hat die Bahn, falls es keine Ellipse ist?

12. Sie lassen viele harte Kugeln in ein Gefäss rieseln. Wie ordnen sich die Kugeln an? Wie gross ist die mittlere Dichte?
13. Berechnen Sie die am besten passende Ellipse zu einer numerisch bestimmten Keplerbahn (Kurvenganpassung).
14. Wie muss man einen Ball in einen Korb werfen, damit man möglichst sicher trifft? Bestimmen Sie durch eine Simulation die optimale Abwurfschnelligkeit und -richtung im Basketball.
15. Filmen Sie einen schiefen Wurf eines leichten Objekts, z.B. eines Pingpongballs. Gewinnen Sie die Bahndaten mittels Videoanalyse. Vergleichen Sie diese Bahn mit einer Simulation inklusive Luftwiderstand.
16. Filmen Sie die Bahn eines Kegelpendel, d.h. eines Pendels, das sich auf einem horizontalen Kreis bewegt. Gewinnen Sie die Bahndaten mittels Videoanalyse. Vergleichen Sie diese Bahn mit einer Simulation.
17. Die Geschwindigkeit der Wärmebewegung von Gasteilchen ist normalverteilt. Wie ist die kinetische Energie verteilt?
18. Nach der Gravitationstheorie von Le Sage (1748) ist das Weltall erfüllt von Teilchen, die auf die Planeten prasseln und einen Druck ausüben. Zwei Planeten ziehen sich an, weil sie sich gegenseitig vor diesem Teilchenschauer teilweise abschirmen. Prüfen Sie mit einer Simulation, ob sich so ein  $1/r^2$  Abstandsgesetz für die Kraft ergibt.
19. Ernest Rutherford hat Alphateilchen auf Goldatomkerne geschossen. Das Alphateilchen wird durch die Coulombkraft des Kerns abgelenkt. Simulieren Sie verschiedene Bahnen und erstellen Sie eine Statistik über die beobachteten Ablenkwinkel. Vergleichen Sie mit der Theorie (Rutherfordsche Streuformel).
20. Ein Behälter ist mit Gas gefüllt. Der Behälter hat ein kleines Loch, durch das einzelne Teilchen verschwinden. Simulieren Sie, wie die Zahl der Teilchen im Behälter mit der Zeit abnimmt.
21. Ein Superball fällt in einen Schacht und wird unten elastisch reflektiert. Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist er auf einer bestimmten Höhe anzutreffen?
22. Ein Billardtisch habe die Form eines Stadions: Zwei halbkreisförmige und zwei gerade Banden. Simulieren Sie die Bahn einer Billardkugel.
23. Simulieren Sie die Bahn eines ebenen Doppelpendels, d.h. zwei aneinander gehängte Fadenpendel, und vergleichen Sie die Simulation mit einer Messung (Video).
24. [https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/height\\_models/dhm25200](https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/height_models/dhm25200) stellt gratis ein digitales Höhenmodell der Schweiz (Textdatei) zur Verfügung. Visualisieren Sie die Daten und analysieren Sie diese.
25. Werfen Sie hundert Mal Darts-Pfeile auf eine Zielscheibe. Notieren Sie die Koordinaten. Bestimmen Sie durch eine Ausgleichsrechnung den am besten passenden Kreis oder die Ellipse.
26. Ein länglicher Satellit ("Hantel aus zwei Massenpunkten") erfährt Gezeitenkräfte in einer erdnahen Umlaufbahn. Welchen Einfluss hat das auf die Orientierung des Satelliten?
27. Ein Pendelkörper an einer hookeschen (linearen) Feder schwingt harmonisch. Was passiert, wenn die Federkraft in nichtlinearer Weise von der Dehnung abhängt?

28. Sonnenlicht fällt auf einen Pool. Durch Brechung an den Wellen werden am Boden schöne Muster (Kaustiken) erzeugt. Simulieren Sie so ein Muster.
29. Wolken sind weiss, d.h. sie streuen viel Licht zurück. Simulieren Sie, welcher Anteil durchgelassen oder zurückgestreut wird, abhängig von der Wolkendicke.
30. Planen Sie ein swing-by Manöver einer Weltraumsonde: Die Sonde soll an der Venus Schwung holen, um den Mars zu erreichen. Die Sonde starte mit geringer Anfangsgeschwindigkeit auf der Erdbahn.
31. Zählen Sie die Smarties (o.ä.) auf einer geeigneten Photographie mittels Bildverarbeitung.
32. Astronomische Photographien oder Röntgenbilder sind oft flau. Machen Sie Farben und/oder Strukturen besser sichtbar durch eine selbst programmierte Kontrastverstärkung.
33. Hängen Sie eine Kette U-förmig auf und messen Sie die Koordinaten einiger (vieler) Kettenglieder, i.e. messen Sie eine Photographie mit tracker aus. Bestimmen Sie durch eine Ausgleichsrechnung die am besten passende Kettenlinie (Katenoide).
34. Nehmen Sie mit dem Handy oder Computer den Klang einer Stimmgabel auf. Transferieren Sie das digitalisierte Signal  $y(t)$  auf den Computer. Bestimmen Sie die Frequenz durch ein Ausgleichsrechnung mit einer Sinusfunktion. Sie können auch eine Fouriertransformation durchführen.